ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)

INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO 3

Atena Editora
Ano 2023

ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)

INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO 3

Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Camila Alves de Cremo
Ellen Andressa Kubisty
Luiza Alves Batista
Nataly Evilin Gayde
Thamires Camili Gayde
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS

Indicadores de ciência, tecnologia e inovação 3

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I39 Indicadores de ciência, tecnologia e inovação 3 / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-1793-4
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.934231110

1. Tecnologia. 2. Inovação. 3. Ciência. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 601

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

APRESENTAÇÃO

A nossa sociedade está em constante evolução em todas as áreas do conhecimento. Esta obra pretende apresentar o panorama atual relacionado a ciência, a tecnologia e a inovação, com foco nos fatores de progresso e de desenvolvimento. Apresentando análises extremamente relevantes sobre questões atuais, por meio de seus capítulos.

Estes capítulos abordam aspectos importantes, tais como: a administração de aulas de robótica; as cidades inteligentes includentes; as principais ações legislativas que envolvem os biocombustíveis no Brasil; o desenvolvimento de um macarrão instantâneo com baixo teor de gordura; a importância do conhecimento; as Centrais Geradoras Hidrelétricas como solução sustentável para a problemática energética; a investigação experimental de fenômenos ondulatórios por meio de aparatos desenvolvidos com tecnologias que permitem um maior aprofundamento nos conceitos estudados nas aulas de física; a percepção de autenticidade que o consumidor tem sobre uma marca e a confiança verde em seus produtos.

Nesse sentido, esta obra é uma coletânea, composta por excelentes trabalhos de extrema relevância, apresentando estudos sobre experimentos e vivências de seus autores, o que pode vir a proporcionar aos leitores uma oportunidade significativa de análises e discussões científicas. Assim, desejamos a cada autor, nossos mais sinceros agradecimentos pela enorme contribuição. E aos leitores, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de boas reflexões.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

ADOTANDO ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA COM O AUXÍLIO DA COMPUTAÇÃO FLEXÍVEL PARA POTENCIALIZAR O ENSINO DE ROBÓTICA EM NÍVEL UNIVERSITÁRIO

Data de aceite: 02/10/2023

Márcio Mendonça
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica PP/CP
Cornélio Procópio - PR
http://lattes.cnpq.br/5415046018018708

Janaína Fracaro de Souza Gonçalves
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica PP/CP
Cornélio Procópio – PR
http://lattes.cnpq.br/1857241899832038

Kazuyochi Ota Junior
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Mestrando - PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica
Cornélio Procópio – PR
http://lattes.cnpq.br/3845751794448092

Vera Adriana Huang Azevedo Hypólito
Centro Paula Souza
Area de Tecnologia da Informação
ETEC Jacinto Ferreira de Sá
http://lattes.cnpq.br/6169590836932698

Vicente de Lima Gongora
Faculdade da Industria Senai
Londrina - Pr
http://lattes.cnpq.br/6784595388183195

Celso Alves Correa
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico De Mecânica (DAMEC)
Cornélio Procópio - PR
http://lattes.cnpq.br/8547137298279961

Miguel Angel Chincaro Bernuy
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio - Pr
http://lattes.cnpq.br/0848702819711420

Carlos Alberto Paschoalino
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio - Pr
http://lattes.cnpq.br/0419549172660666

Gabriela Helena Bauab Shiguemoto
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – Pr
http://lattes.cnpq.br/3301713295448316

Angelo Feracin Neto
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – Pr
http://lattes.cnpq.br/0580089660443472

Emerson Ravazzi Pires da Silva
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – Pr
http://lattes.cnpq.br/3845751794448092

Rodrigo Rodrigues Sumar
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – Pr
http://lattes.cnpq.br/1461760661483683

Ricardo Breganon
Instituto Federal do Paraná, Campus Jacarezinho
Jacarezinho – Pr
http://lattes.cnpq.br/2441043775335349

Henrique Cavalieri Agonilha
Universidade Filadélfia (Unifil) Londrina
Londrina - Pr
http://lattes.cnpq.br/9845468923141329

Marcos Antônio de Matos Laia
Universidade Federal de São Joao Del Rei
Departamento De Ciência Da Computação – UFSJ
Minas Gerais _ Mg
http://lattes.cnpq.br/7114274011978868

Fabio Nogueira de Queiroz
Centro Paula Souza
Departamento Computação-FATEC Ourinhos
Ourinhos – Sp
http://lattes.cnpq.br/4466493001956276

RESUMO: Este estudo se aprofunda na administração de aulas de robótica no curso de graduação em Mecatrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no Brasil. A abordagem se baseia no uso de sistemas de computação inteligente, uma metodologia ativa de resolução de problemas e uma variedade de outras áreas detalhadas no artigo. O foco nessas técnicas é motivado pelo objetivo de modernizar os métodos de ensino. Embora uma análise estatística quantitativa abrangente da satisfação dos estudantes não tenha sido realizada, os autores acreditam que a abordagem oferece um valor significativo

para os alunos. Isso é evidenciado pelo número de projetos finais que se originaram dos seminários do curso e do próprio conteúdo. O resultado se inclina especificamente para a metodologia ativa de resolução de problemas, com modelos sendo claramente explicados e disponibilizados para os alunos realizarem seus próprios experimentos. Vale ressaltar que a intenção não era usar exclusivamente sistemas inteligentes para resolução de problemas neste estudo. Os resultados individuais e suas discussões são exibidos no artigo. O estudo conclui com um resumo e uma perspectiva para trabalhos futuros nesta área.
PALAVRAS-CHAVE: Redes Neurais Artificiais; Multidisciplinar; Robótica; Metodologias Ativas

ADOPTING ACTIVE LEARNING STRATEGIES WITH THE AID OF FLEXIBLE COMPUTING TO ENHANCE THE TEACHING OF ROBOTICS AT THE UNIVERSITY LEVEL

ABSTRACT: This study explores the implementation of robotics classes in the undergraduate Mechatronics course at the Federal Technological University of Paraná in Brazil. The primary focus is on utilizing intelligent computing systems, employing an active problem-solving methodology, and incorporating various other aspects outlined in the article.

These techniques aim to modernize teaching methods and enhance student learning experiences. Although a comprehensive, quantitative statistical analysis of student satisfaction was not conducted, the authors assert that the approach holds significant value for students. This assertion is supported by the number of final projects that have originated from the course's seminars and the content itself. The study particularly emphasizes the active problem-solving methodology, providing clear explanations and accessible models for students to conduct their own experiments. It is important to note that the study did not exclusively rely on intelligent systems for problem-solving purposes.

Individual results and their corresponding discussions are presented within the article. The study concludes with a summary and a discussion on potential future endeavors in this field.
KEYWORDS: Artificial Neural Networks, Multidisciplinary, Robotics, Active Metodologies.

INTRODUÇÃO

De um modo geral, Metodologias ativas são um conjunto de práticas pedagógicas que colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem. Isso significa que o aluno é responsável por sua própria aprendizagem, e o professor é um facilitador que ajuda o aluno a atingir seus objetivos.

As metodologias ativas são baseadas na ideia de que o aluno aprende melhor quando é ativo e quando tem a oportunidade de aplicar o que está aprendendo. Por isso, as metodologias ativas são frequentemente baseadas em projetos, problemas ou desafios Fernandes, M. S. (2017).

- As metodologias ativas têm muitos benefícios, como:
- Aumentar a motivação e a engajamento dos alunos;
- Melhorar a compreensão dos conceitos;

- Desenvolver as habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas;
- Preparar os alunos para o mundo do trabalho;
- Tornar a aprendizagem mais divertida e significativa.
- Algumas metodologias ativas populares são:
- Aprendizagem baseada em projetos;
- Aprendizagem baseada em problemas;
- Aprendizagem baseada em jogos;
- Aprendizagem baseada em pares;
- Aprendizagem baseada em colaboração.

Estratégias de aprendizagem ativa provaram ser altamente eficazes para melhorar a instrução, particularmente no campo da robótica no nível universitário Moraes, R. (2018). A integração de técnicas de *soft computing* na implementação dessas estratégias oferece oportunidades promissoras para avanços adicionais. *Soft computing*, que abrange redes neurais artificiais, lógica *fuzzy*, fornece um robusto arcabouço para abordar os complexos desafios encontrados no ensino de robótica. Ao aproveitar o poder do *soft computing*, os instrutores podem criar ambientes de aprendizado dinâmicos e interativos que engajam ativamente os alunos e promovem um entendimento mais profundo e a aplicação prática de conceitos de robótica. Este artigo explora a implementação de estratégias de aprendizagem ativa através do *soft computing* no contexto da instrução de robótica, destacando seu potencial para revolucionar a experiência educacional e fomentar o desenvolvimento de profissionais de robótica altamente qualificados (Siciliano e Khatib, 2016).

A pedagogia das competências é uma abordagem educacional que enfatiza o desenvolvimento de competências, ou seja, habilidades e conhecimentos que são necessários para o sucesso na vida pessoal e profissional. A pedagogia das competências surgiu na década de 1960, em resposta à crescente complexidade do mundo do trabalho.

No livro "A pedagogia das competências: das desilusões da competência à reconstrução de um conceito", o professor Philippe Perrenoud discute as vantagens e desvantagens da pedagogia das competências. Ele argumenta que a pedagogia das competências pode ser uma abordagem eficaz para a educação, mas que é importante ter em mente suas limitações.

Uma das vantagens da pedagogia das competências é que ela pode ajudar os alunos a desenvolver as habilidades e conhecimentos que são necessários para o sucesso na vida pessoal e profissional. Por exemplo, a pedagogia das competências pode ajudar os alunos a desenvolver habilidades de comunicação, trabalho em equipe e resolução de problemas.

Outra vantagem da pedagogia das competências é que ela pode ser uma abordagem

mais personalizada do ensino. Isso ocorre porque a pedagogia das competências enfatiza o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos que são específicos para cada aluno.

No entanto, a pedagogia das competências também tem algumas limitações. Uma das limitações é que ela pode ser difícil de avaliar. Isso ocorre porque as competências são muitas vezes difíceis de medir de forma objetiva.

Outra limitação da pedagogia das competências é que ela pode ser muito cara. Isso ocorre porque a pedagogia das competências exige que os professores sejam bem qualificados e que os alunos tenham acesso a recursos de alta qualidade.

Apesar das limitações, a pedagogia das competências pode ser uma abordagem eficaz para a educação. Se utilizada corretamente, a pedagogia das competências pode ajudar os alunos a desenvolver as habilidades e conhecimentos que são necessários para o sucesso na vida pessoal e profissional.

Aqui estão algumas dicas para implementar a pedagogia das competências na sala de aula:

- Defina as competências que você deseja que seus alunos desenvolvam.
- Escolha atividades e tarefas que ajudem os alunos a desenvolver essas competências.
- Forneça feedback aos alunos sobre seu desempenho.
- Ajude os alunos a aplicar o que estão aprendendo em situações do mundo real.

A pedagogia das competências é uma abordagem educacional que tem o potencial de revolucionar a educação. Se utilizada corretamente, a pedagogia das competências pode ajudar os alunos a desenvolver as habilidades e conhecimentos que são necessários para o sucesso na vida pessoal e profissional Perrenoud (2018).

Atualmente, a robótica encontra aplicações em uma multiplicidade de domínios, levando a uma riqueza de pesquisas em áreas como produção industrial, exploração espacial, manufatura, construção de moradias e até mesmo medicina. Isso estimulou a pesquisa e o desenvolvimento em disciplinas de engenharia associadas à robótica, incluindo aquelas que serão discutidas neste estudo.

O uso de sistemas computacionais inteligentes não só amplia e estimula o leque de soluções disponíveis para os alunos, mas também ressalta a importância deste campo (Siciliano e Khatib, 2016). Juntamente com outros setores como a Internet das Coisas (IoT) e Big Data, facilitou melhorias nos processos de produção, levando a uma melhor qualidade, precisão, padronização, entre outras áreas.

Melhorias nos processos de produção incluem qualidade, precisão e padronização. Por exemplo, com a ajuda da tecnologia de inteligência artificial, a tecnologia de big data, 5G e outras novas tecnologias em breve passarão de conectar pessoas para conectar a IoT (Zhang, 2021).

Este estudo apresenta as descobertas derivadas de um estudo exploratório

realizado com um grupo de jovens nativos digitais, que se envolveram em jogos online. O termo “nativos digitais” foi cunhado por Marc Prensky, um educador e pesquisador, para descrever a geração de jovens indivíduos nascidos em um mundo onde informações rápidas e acessíveis através da extensa rede de computadores (a Web) estão prontamente disponíveis Prensky, M. (2001).

Para enfrentar os desafios mencionados acima, os autores empregaram metodologias ativas no ensino de robótica, incluindo aprendizagem baseada em problemas, projetos e jogos. O objetivo era facilitar a aprendizagem conceitual, procedural e atitudinal, preparando os alunos para o mercado de trabalho. A pesquisa foi conduzida em um curso de Engenharia Mecatrônica em uma Universidade Federal no Brasil. Sistemas computacionais inteligentes como Redes Neurais Artificiais (RNA), Método numérico, como por exemplo o solve do MatLab foram utilizados para resolver um problema clássico de robótica, como cinemática inversa, uma abordagem semelhante, entretanto até com robôs em três dimensões podem ser conferidas no trabalho de Dalmedico.e colaboradores (2018).

A abordagem multidisciplinar entre robótica e mecatrônica visava motivar os alunos, embora o aspecto de resolução de problemas apresentasse dificuldades para eles. Os resultados indicaram a necessidade de melhorias nas práticas de ensino. O trabalho é estruturado com uma fundamentação em técnicas multidisciplinares e relacionadas no Capítulo 2, seguido de uma discussão sobre robótica autônoma, calibração de câmeras e cinemática inversa no Capítulo 3. O Capítulo 4 se concentra na análise dos resultados e metodologias utilizadas, enquanto a conclusão apresenta as descobertas dos autores e delineia trabalhos futuros.

FUNDAMENTOS E CONCEITOS DE MULTIDISCIPLINARIDADE

As transformações na sociedade causam impactos significativos nas escolas e na relação de ensino-aprendizagem. Tais modificações exigem mudanças que permitam respostas rápidas e eficazes às demandas dos alunos, que vivem em um ambiente cada vez mais competitivo, com a intensificação da imprevisibilidade no mundo dos negócios e com a evolução tecnológica. Uma nova conFiguração de estudantes universitários, formada por uma geração cujas informações são apresentadas por meio de várias ferramentas e em um volume exagerado, chega às instituições de ensino superior para se preparar para o mercado profissional em que desejam atuar. Trata-se de uma geração digital, na qual se desenvolvem indivíduos nascidos entre o início dos anos 80 e o final dos anos 90, cujo crescimento acompanhou a evolução do mundo digital.

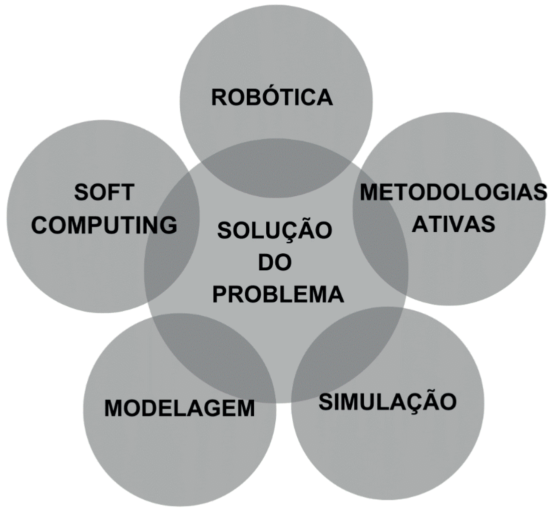


Figura 1. Âmbito Multidisciplinar da Presente Pesquisa.

A Figura 1 é o centro da pesquisa, na solução de um problema de robótica, por meio de uma metodologia ativa, no caso solução de problemas, através de simulação de um modelo de um braço robótico resolve a solução do problema da cinemática inversa através de uma técnica de *softcomputing*, no caso redes neurais artificiais. Uma solução por meio de método numérico é apresentada para discorrer vantagens e desvantagens da técnica empregada.

Para o educador e pesquisador Marc Prensky, esses jovens estão acostumados a obter informações rapidamente e tendem a recorrer primeiro a fontes digitais e à Web antes de procurar em livros ou mídia impressa. Por causa desses comportamentos e atitudes e porque eles entendem a tecnologia digital como uma linguagem, Prensky os descreve como Nativos Digitais, já que “falam” a língua digital desde o nascimento (Prensky, 2001).

A proposta e motivação deste trabalho são utilizar metodologias ativas para motivar e aprender conceitos básicos como cinemática inversa, calibração de câmeras e a primeira versão de um manobrista autônomo, conceitos de robótica e fundamentos por meio de soluções de sistemas computacionais inteligentes.

É bem sabido que a pesquisa inter e transdisciplinar tem três funções essenciais, criar a ideia original e resolver problemas cujas soluções estão além do escopo de uma única disciplina ou campo de prática de pesquisa (Brammer et al., 2012). No entanto, documentos e relatórios relacionados falam de vários termos como ‘disciplinar’, ‘interdisciplinar’, ‘transdisciplinar’, portanto, o consenso desses termos muitas vezes depende de contextos teóricos e culturais (Tian e Collins, 2004).

No presente trabalho, multidisciplinar é o conceito que mais se adequa à proposta

de ensino de robótica. De acordo com o conceito de multidisciplinar, informações de várias disciplinas são usadas para estudar um elemento específico sem a preocupação de interconectar os tópicos. Assim, cada disciplina contribuiu com as informações detalhadas em seu campo de conhecimento sem considerar uma integração entre elas. Essa relação entre disciplinas é considerada ineficaz para a transferência de conhecimento, pois impede uma conexão entre as várias habilidades.

Outra área relevante, mais especificamente na educação, pode ser citada no trabalho (Tian e Collins, 2004), que incluiu tecnologia e circunscreveu metodologias cooperativas e motivou esta pesquisa atual. A Figura 1 mostra as principais áreas de conhecimento utilizadas na proposta de ensino de robótica deste artigo.

De maneira geral, uma metodologia ativa é utilizada para conceituar a forma de solução. A disciplina de robótica possui alguns problemas, de preferência clássicos, a serem resolvidos *por softcomputing*. No entanto, o modelo e a simulação ainda não são necessários para pelo menos validar as dificuldades. As áreas de conhecimento mais relevantes são a área de aplicação da disciplina de robótica: Sistemas Computacionais Inteligentes, Metodologias Ativas, Modelagem e Simulação para validar a solução do problema proposto. Esses conceitos são trabalhados no domínio do ensino, como se complementam e conectam uns aos outros. No entanto, a eletrônica também foi adicionada a um Arduino em um trabalho de conclusão de curso.

Os conceitos trabalhados nas disciplinas interconectadas são mais profundos, como a área de inclusão de visão robótica do planejamento de trajetórias, entre outros. No entanto, ainda podemos classificá-lo como multidisciplinar porque estão em uma área ampla, que seriam os sistemas computacionais. Um projeto de outro laboratório universitário que construiu um robô dançarino relacionado às artes, culturas musicais sugeriram ser transdisciplinar. Esses exemplos foram considerados essenciais para melhorar a multidisciplinaridade no ensino, foco desta investigação científica, eventualmente, trabalhos de conclusão de curso ou veículos de divulgação científica (originários da pesquisa por meio do Laboratório de Automação e Robótica Avançada - AARLab, da UTFPR-CP).

No contexto de abordagens multidisciplinares, algumas questões foram abordadas usando métodos não tradicionais, e em alguns casos, esses foram comparados com métodos tradicionais, como o problema da cinemática inversa.

A cinemática direta é relativamente simples; usando um vetor de ângulos, é possível determinar a posição do atuador. No entanto, em aplicações práticas, o inverso é frequentemente mais crítico: encontrar um vetor de ângulos que ditará a posição final do atuador. Portanto, enquanto a solução proposta nesta investigação pode não ser ótima, é certamente plausível. Por exemplo, em um projeto de conclusão de curso, um braço autônomo foi capaz de alcançar precisão dentro de alguns milímetros.

De fato, tal precisão pode não ser suficiente para um braço cirúrgico; no entanto, para aplicações industriais como a manipulação de objetos, o uso de Algoritmos Genéticos ou

Redes Neurais Artificiais, conforme proposto nesta pesquisa, pode se revelar uma solução viável. Para resolver a cinemática inversa, métodos algébricos, geométricos e iterativos são frequentemente empregados na literatura. No entanto, ao lidar com manipuladores, o uso desses métodos se torna menos adequado devido à sua complexidade estrutural. Uma abordagem alternativa é a aplicação de Redes Neurais Artificiais (RNA). Este método se mostra eficaz no manuseio de um manipulador, dada sua capacidade de aprender por meio de treinamento e sua flexibilidade inerente (Haykin, 2009).

Geralmente, um manipulador com grau de liberdade (GDL) maior do que o necessário para uma tarefa específica é empregado para garantir a precisão necessária (Xiao e Zhang, 2014). Neste estudo, um manipulador robótico com 3 GDL é utilizado para alcançar pontos específicos dentro de um espaço bidimensional (2D).

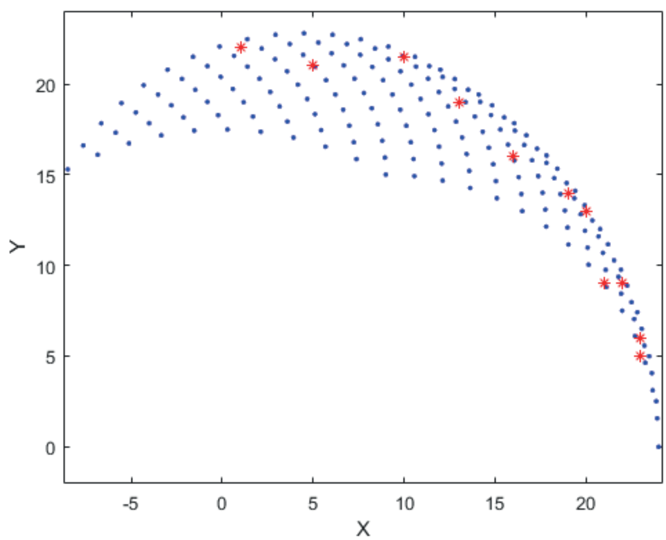


Figura 2. Nuvem de Pontos com Dois Graus de Liberdade (GDL)

Ao definir a posição de origem de um manipulador em uma de suas extremidades, representada por O, e a posição desejada na outra extremidade, representada por P, várias soluções podem satisfazer a configuração do ângulo da articulação. Em outras palavras, existem múltiplas soluções para resolver a cinemática inversa, frequentemente referidas como soluções redundantes. Como ilustrado na Figura 2, mesmo para manipuladores rotativos de 2 GDL, já podemos observar duas soluções distintas. O número dessas soluções aumenta exponencialmente com o número de GDL (de Souza et al., 2018).

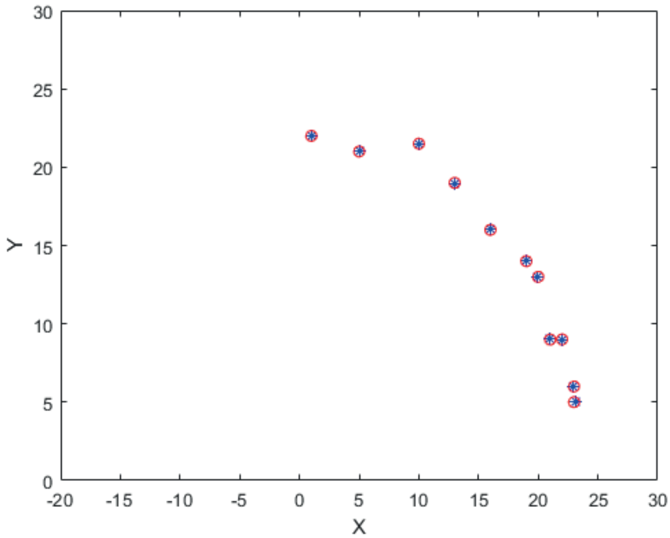


Figura 3 - Pontos com Dois Graus de Liberdade (GDL)

A Figura 3 mostra um espaço de trabalho povoado com uma multiplicidade de pontos para aprendizado da RNA, juntamente com alguns pontos de teste com o acerto de praticamente 100%. Para o caso de outras possíveis ferramentas, as quais são empregadas na disciplina. Como por exemplo Algoritmo Genético (AG), é crucial usar uma população inicial próxima à solução do problema para uma convergência mais rápida e, potencialmente, um resultado favorável. No entanto, fazer afirmações definitivas sobre AGs pode ser desafiador devido à natureza estocástica inerente em parte do algoritmo. Neste experimento, foi utilizada uma versão canônica com valores reais, composta por cinco elementos e uma população variando entre 20 e 40, com uma baixa taxa de mutação de menos de 5%. Foi estabelecido um critério de parada de 1000 gerações, embora não tenha sido necessário escopo dessa investigação científica.

De um modo resumido na Figura 2, intitulada “Nuvem de Pontos com Dois Graus de Liberdade (GDL)”, os pontos vermelhos representam os pontos de teste e validação das Redes Neurais Artificiais (RNAs).

Em um experimento exemplar composto por 119 iterações, com um erro de saída de um milionésimo e 30 e 20 neurônios, encontrados de forma empírica, nas respectivas camadas, os resultados intermediários da RNA foram satisfatórios, conforme demonstrado na Figura 5. A rede utilizada foi *Perceptron Back-Propagation* com algoritmo de treinamento Levenberg Marquadt. Ressaltasse que resultados com a função *feedforwardnet* do MatLab versão 2020 com mesmo número de neurônios obtiveram resultados com maior erro, desse modo o algoritmo de otimização, a priori foi mantido, para a posteriori uma investigação mais detalhada cabe ressaltar que devido aos pontos se encontrarem em dois domínios X

e Y sugere-se duas camadas intermediárias pelos menos (HAYKIN, 2009).

Embora os resultados da RNA tenham sido visualmente agradáveis, os resultados quantitativos podem ser examinados de forma mais aprofundada na Figura 3.

Para ilustrar essa solução por RNA, na disciplina um problema semelhante a esse mostrado na Figura 4 3-D com 3 GDL, porém dado para os alunos com um braço 2-D de com 2 GDL



Figura 4– Exemplo de solução por problemas

Para ilustrar uma solução diferente usando solução numérica, uma vez que a solução analítica da cinemática inversa não é trivial (DALMEDICO, et al, 2018). A Figura 5 mostra a solução de um dos pontos da nuvem de pontos solucionada pela RNA.

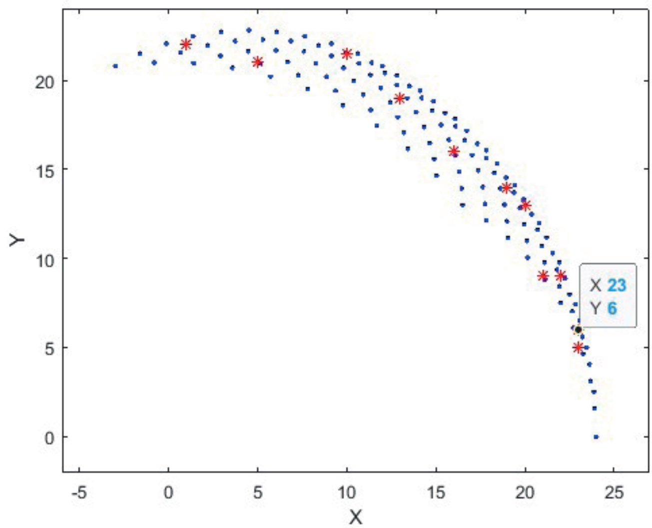


Figura 5– Solução de um dos pontos de teste da nuvem de pontos por meio do solve

A solução desse ponto obtida pelo solve para o ponto X=23 e Y=6.

Alpha1 = 24.891058055677871456065620316674

4.3506899215854424654955744094267

Alpha2 =-16.411099763028932760532534984767

16.411099763028932760532534984767

Já quanto ao resultado, o solve dá um resultado exato e ao aproximadamente exato como as RNAs.

CONCLUSÃO

Os autores receberam feedback qualitativo e quantitativo de aproximadamente 85% dos alunos sobre os projetos que foi satisfatório e promissor. Uma análise estatística foi conduzida para avaliar a satisfação geral com as metodologias ativas aplicadas. Foi estimado como supracitado pelos alunos avaliaram as aulas baseadas em projetos positivamente, indicando a natureza promissora desta metodologia para o aprendizado.

Embora os resultados com sistemas inteligentes não tenham sido ótimos, eles foram considerados plausíveis, dado que os alunos são principalmente treinados para realizar tarefas no nível da indústria de aplicação, onde a robótica é predominantemente aplicada em tarefas de manipulação de produtos.

O trabalho futuro se concentrará na realização de uma análise mais detalhada dos níveis de satisfação dos alunos e na exploração de novas aplicações, como por exemplo na disciplina de eletrônica geral.

REFERÊNCIAS

BRAMMER, G. B. et al. (2012) '3D-HST: A wide-field grism spectroscopic survey with the hubble space telescope', Astrophysical Journal, Supplement Series, 200(2). doi: 10.1088/0067-0049/200/2/13.

DALMEDICO, J. F.; MENDONÇA, M.; SOUZA, L. B. de; BARROS, R. V. P. Duarte; CHRUN, I. R. Artificial Neural Networks Applied in the Solution of the Inverse Kinematics Problem of a 3D Manipulator Arm. In: International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2018, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: [s.n.], 2018. p. 1-6. DOI: 10.1109/IJCNN.2018.8489532.

FERNANDES, M. S. (2017). Metodologias ativas de aprendizagem: fundamentos, métodos e práticas. Porto Alegre: Penso.

HAYKIN, S. S. (2009) Neural networks and learning machines. 3rd edn. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall. doi: 10987654321.

MORAES, R. (2018). Metodologias ativas de aprendizagem na prática: experiências inovadoras em diferentes contextos educacionais. São Paulo: Editora Senac.

PERRENOUD, P. (2018). A pedagogia das competências: das desilusões da competência à reconstrução de um conceito. Porto Alegre: Penso.

PRENSKY, M. (2001) 'The Games Generations: How Learners Have Changed', Computers in Entertainment, 1(1), pp. 1–26. Available at: http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=950566.950596.

SICILIANO, B. AND KHATIB, O. (eds) (2016) Springer Handbook of Robotics. 2nd edn. Cham: Springer International Publishing (Springer Handbooks). doi: 10.1007/978-3-319-32552-1.

de Souza, L. B. et al. (2018) 'Inverse Kinematics and Trajectory Planning Analysis of a Robotic Manipulator', International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS), 5(4).

TIAN, L. AND COLLINS, C. (2004) 'An effective robot trajectory planning method using a genetic algorithm', Mechatronics, 14(5), pp. 455–470. doi: 10.1016/J.MECHATRONICS.2003.10.001.

XIAO, L. AND ZHANG, Y. (2014) 'A new performance index for the repetitive motion of mobile manipulators', IEEE Transactions on Cybernetics, 44(2), pp. 280–292. doi: 10.1109/TCYB.2013.2253461.

AS CIDADES INTELIGENTES E O DIREITO À CIDADE

Data de aceite: 02/10/2023

Fernanda Gomes Rabelo
Centro Universitário Una

Julia Helen Sales Correia
Centro Universitário Una

RESUMO: A pesquisa pretendeu analisar como, e se é possível propor cidades inteligentes que sejam mais includentes. Visto que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) estão cada vez mais presentes no século XXI, o trabalho pretendeu estudar de que forma as ferramentas TIC's poderiam ser aplicadas em comunidades carentes. Através de uma revisão bibliográfica e um estudo de caso, o trabalho teve como proposta estudar a aplicação de TIC's em uma comunidade carente da cidade de Belo Horizonte, a comunidade Confisco, através do estudo do programa de extensão Acorda Confisco Criativo, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Os resultados foram obtidos através da análise de dados levantados nas entrevistas realizadas e da análise de uma pesquisa realizada pela Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (PRODABEL), o Programa de Inclusão Digital.

PALAVRAS-CHAVE: Cidades Inteligentes, Tecnologia da Informação e Comunicação

INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), o Brasil consolidou-se como um país urbano, a urbanização brasileira acelerou a partir da segunda metade do século XX, já entre os anos de 1960 e 2010, o Brasil urbano cresceu 402%. Diante da estimativa que mais de 90% da população brasileira viverá em cidades no ano de 2030, as cidades brasileiras excludentes, que têm como modelo de urbanização a segregação sócio espacial, necessitam (re)pensar o direito à cidade, como um direito de todos. Segundo Friedmann (2011), o desenvolvimento das cidades não depende das atitudes construtivas de seus cidadãos. As cidades que tem como modelo de urbanização a segregação sócio espacial, se tornaram cidades com exclusão, segregação, informalidade e ilegalidade.

Contudo, a chegada da internet tem

mudado como vivemos nos dias de hoje, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) vêm trazendo mudanças e desafios para sociedade. As chamadas Cidades Inteligentes são ensaios sobre um determinado espaço onde se aplica as TIC's. Além do meio de conversação entre duas pessoas ter mudado, os aplicativos criados facilitam a vida dos cidadãos, como: waze, uber, o Moovit (aplicativo usado na região metropolitana de Belo Horizonte, para mostrar localidade e tempo de espera do ônibus coletivo até o ponto desejado).

O grande desafio enfrentado hoje é a banalização do termo Cidades Inteligentes e como o termo se tornou um nome para engrandecer a comercialização e como ela ainda atinge uma pequena parcela da população. Outro ponto é como em meio a essa era digital, existe um enorme contingente de pessoas segregadas digitalmente, sem acesso a internet.

MÉTODOS

O objeto desta pesquisa é o estudo sobre a implementação de ferramentas de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) em uma comunidade localizada na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, a comunidade Confisco, sob a ótica da discussão do direito à cidade. Primeiro, foi realizada a definição da comunidade a fazer parte da pesquisa, depois, dentro dessa investigação foram estabelecidos novos objetivos e iniciada uma investigação sobre a implementação das TIC's em um programa de extensão chamado Confisco Criativo realizado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) dentro da comunidade. Foram levantadas as principais dificuldades dos professores e alunos da UFMG envolvidos no programa de extensão, no processo de implementação de ferramentas TIC's no desenvolvimento do projeto. Foram identificadas algumas dessas dificuldades.

Foi também realizada uma revisão bibliográfica dos termos sustentabilidade, uma investigação da sua relação com as tecnologias da informação e comunicação, e a possibilidade de implementação dessas ferramentas em comunidades carentes da região metropolitana de Belo Horizonte.

Sendo assim, a pesquisa se dividiu em dois estudos, um estudo de revisão bibliográfica e um estudo de caso.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O programa de extensão Acorda Confisco Criativo acontece no município de Belo Horizonte e engloba cerca de 25.000 moradores. Uma das frentes de trabalho do programa é um projeto que tem como iniciativa fazer o capital gerar em torno da própria comunidade. O ponto inicial do projeto foi um grupo de comunicação criado na pandemia, através do aplicativo de mensagens instantâneas e chamadas de voz whatsapp, para troca de mercadorias, serviços e informações, o grupo hoje tem atualmente cento e sessenta e

sete (167) participantes que são monitorados pelas lideranças da comunidade. O grupo do whatsapp é limitado às pessoas daquela comunidade, visto que o foco principal do projeto é de criar uma centralidade dentro daquela comunidade, o que ajuda os moradores a economizar tempo, deslocamento e dinheiro, além de gerar empoderamento dos mesmos.

Muitas dessas pessoas estão instaladas em uma divisão municipal, fazendo com que esses moradores não tenham acesso a benefícios como: cestas básicas distribuídas pelas Prefeituras, cadastro no CRAS, postos de saúde, o que faz com que as lideranças da comunidade busquem esses benefícios por conta própria, por meio do "boca a boca" das pessoas da própria comunidade.

Durante a pandemia, os moradores tiveram a ideia de fazer uma feira para gerar renda, com isso os líderes comunitários organizaram os cadastros para os interessados participarem. O grande desafio foi que muitos desses moradores não conseguiram participar pela dificuldade que tiveram em se cadastrar pelo google forms. Grande parte não conseguiu por ter dificuldade de acessar o formulário e por não conhecer a plataforma, ou por não ter acesso à internet.

O Programa de Inclusão Digital da Prefeitura de Belo Horizonte, é realizado pela PRODABEL, o programa tem a ação de levar para comunidades, vilas e favelas pontos de wi-fi gratuitos. A seleção das comunidades que são contempladas é feita através da Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte (URBEL), onde atualmente estão duzentas e dezoito (218) vilas, comunidades e favelas cadastradas, tendo em vista que cem por cento (100%) dessas comunidades receberão os pontos de internet, com o objetivo de expansão óptica para novecentos e noventa e vinte seis (998,26) quilômetros com instalação de dois mil e cem (2.100) novos Access Point (AP's) de Wi-Fi gratuito. Há também pontos de internet localizados nos principais pontos da cidade, praças, parques e em pontos do BH Resolve (Pontos de Atendimento).

Atualmente, duzentas e seis (206) comunidades foram atendidas parcialmente, uma das grandes dificuldades é a instalação dos pontos que roteiam a internet, como nas comunidades há grande percentual de construções em poucos espaços, os roteadores que chegam ao alcance de setenta (70) metros em praças e locais públicos com grande circulação, nas vilas chegam apenas com vinte (20) metros, sendo utilizados "roteadores" padrão para os dois locais. Estão previstas também a manutenção dessas instalações, até o momento foram utilizados setenta e um mil (71.000) com manutenção dos pontos já instalados. Para logar no wi-fi, é necessário apenas o nome e o cadastro de pessoa física (CPF). Hoje, são noventa e nove mil quinhentos e trinta e dois (99.532) usuários desses pontos.

Dentre os resultados obtidos até o momento, a falta de acesso a internet no dia de hoje, torna a vida dos cidadãos limitada neste aspecto. O acesso a internet, hoje, é o principal meio de busca de conhecimento para um usuário. De acordo com a PRODABEL, os excluídos digitalmente são em torno de 28% no Brasil e 25% em Minas Gerais. Outro

fato que chama atenção é que para 85% das pessoas das classes DE, o celular é o único meio de acesso à internet.

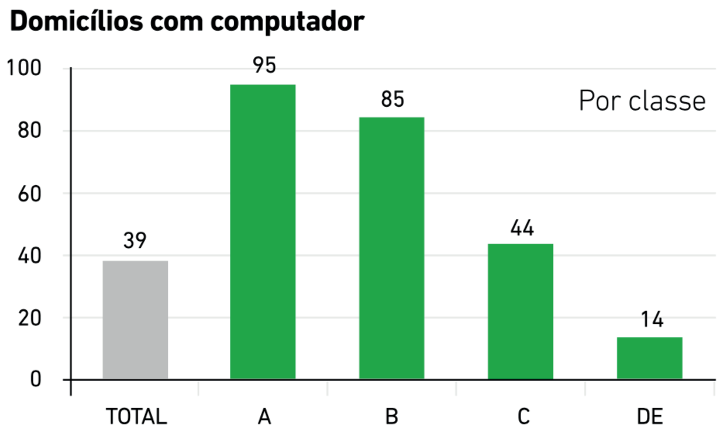


Figura 01 - Pesquisa FGV Social 2020 – Domicílios com computaador

Fonte: https://www.cps.fgv.br/cps/CovidClasses

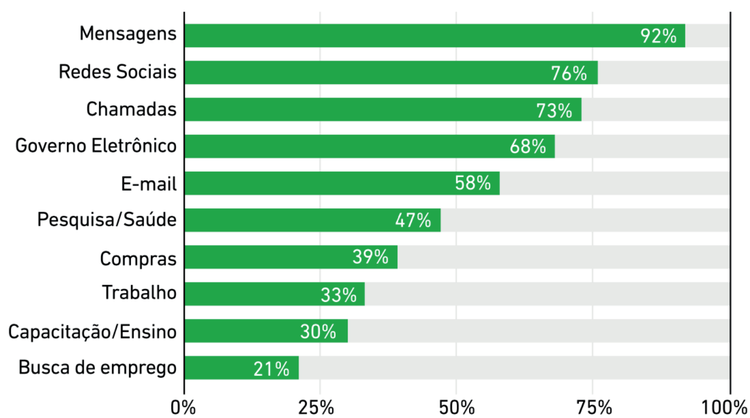


Figura 02 - Pesquisa FGV Social 2020 – Uso da Internet

Fonte: https://www.cps.fgv.br/cps/CovidClasses

Outro ponto que chama a atenção é como os grupos do aplicativo Whatsapp no Acorda Confisco Criativo funcionaram durante a pandemia e funcionam até hoje como meio de troca de serviços e produtos, e como essa tecnologia teve grande impacto na vida destes moradores. Com tamanho impacto, a aluna da UFMG, que participa do programa, está desenvolvendo um aplicativo para que todas as informações trocadas no whatsapp possam ser feitas de forma mais selecionada dentro do aplicativo.

CONCLUSÕES

A realização do trabalho permite compreender que as plataformas digitais existentes não conseguem alcançar a todos. Mesmo que grande parte das pessoas envolvidas o programa de extensão Acorda Confisco Criativo da comunidade Confisco, possuam o aplicativo whatsapp instalado, muitas delas, ainda não conseguem ter acesso pleno ou dominam o mesmo. Além disso, existe o limitador do acesso público à internet e o fato de que o celular ainda é o único meio de conexão de muitos, segundo a pesquisa da PRODABEL.

REFERÊNCIAS

FGV – Fundação Getúlio Vargas. **Pesquisa FGV Social 2020.** 2020. Disponível em: https://www.cps.fgv.br/cps/CovidClasses Acesso em: 10 jul 2022.

FRIEDMANN, J. **Planning in the Public Domain: From Knowledge to Action.** Princeton University Press, 1987. ISBN 9780691022680.

IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Relatório brasileiro para o Habitat III.** 2016. Disponível em: https://habitat3.org/wp-content/uploads/National-Report-LAC-Brazil-Portuguese.pdf Acesso em: 10 jul. 2022.

MOROZOV, E.; BRIA, F. **A cidade inteligente – Tecnologias urbanas e democracia.** Tradução de Humberto do Amaral. São Paulo: Ubu Editora, 2019.

PRODABEL - Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte. **Programa de Inclusão Digital BH.** 2021. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/prodabel Acesso em: 28 abr 2022.

Fomento: O trabalho teve a concessão de Bolsa pelo Programa Prociência da Anima Educação.

BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL: UM PANORAMA ACERCA DAS AÇÕES LEGISLATIVAS PERTINENTES

Data de aceite: 02/10/2023

Guilherme Carvalho Barboza Elias
Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública e Sociedade da Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL/MG

RESUMO: O presente artigo objetiva apresentar um panorama das principais ações legislativas que envolvem os biocombustíveis no Brasil. Para tanto, são apontados contextos, conceitos e dados acerca da produção, comercialização e regulação dos biocombustíveis no país. Em seguida, tratamos preliminarmente de uma série de projetos de lei que estão em curso no Congresso Nacional e elaboramos um quadro descritivo contendo as principais ações legislativas que abordam a temática, analisando brevemente aquelas que consideramos mais relevantes. Chegamos à conclusão que as políticas públicas e a legislação sobre biocombustíveis no Brasil tem avançado de forma significativa.

PALAVRAS-CHAVE: sustentabilidade; biocombustíveis; ações legislativas; energia limpa; políticas públicas

INTRODUÇÃO

Entre os compromissos firmados pelo Brasil na 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (COP-21), realizada em Paris no ano de 2015, estava a redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE) na ordem de 37% até 2025, no esforço de se atingir a meta de redução de 43% no ano de 2030. O novo paradigma percebido nessa Conferência foi a de que os países poderiam apresentar, de forma voluntária, as suas metas de reduções, as NDC´s (Contribuições Nacionalmente Determinadas, na sigla em inglês), como forma de conter o aquecimento global. Dentre 197 países signatários, ratificaram 189, até o ano de 2020, o que demonstra um grande acordo a nível mundial sobre a urgente necessidade de redução dos GEE (VICK, 2020), a fim de mitigar as consequências do efeito estufa.

Tal Conferência restou diferente do Protocolo de Kyoto, assinado em 1997 por 84 países, o primeiro a tratar da

necessidade de redução dos GEE, que estipulava metas de forma verticalizada, em um acordo político abandonado pelos Estados Unidos e China, sob a alegação de que a adoção dessas metas iria resultar no comprometimento do seu desenvolvimento econômico. No entanto, nasce também desse acordo importantes estratégias, como a possibilidade de comercializar créditos de carbono em um mercado internacional a ser criado, sendo que para cada tonelada de carbono reduzida, o país receberia um crédito.

Já na COP-26, realizada em Glasgow em 2021, marcada pela necessidade de uma construção dialógica entre empresariado, governos e sociedade civil, foi ressaltada a urgência de se acelerar uma transição para uma economia de carbono neutra, ou seja, zerar as emissões de CO2. Para tanto, os países signatários, mais de 200, foram pressionados a parar de conceder subsídios aos combustíveis fósseis e ao uso do carvão, além de estabelecerem novas metas de NDC´s. O Brasil, ambiciosamente, ampliou para 50% a meta de redução dos GEE´s até o ano de 2030, além de se comprometer a alcançar a neutralidade climática até 2050 (GROSSI, 2021). Em face dos objetivos cada vez mais robustos e ambiciosos propostos pela comunidade internacional, num verdadeiro esforço para se atingir aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e a urgência em limitar o aumento da temperatura global em até 1,5 graus celsius, conforme estipulado na Agenda 2030 da ONU, tem-se que a substituição de combustíveis fósseis por combustíveis de matriz renovável é medida imprescindível para auxiliar na redução das emissões de GEE.

Ante o fato de que a matriz de transportes responde por cerca de 16,2% da emissão de GEE em todo o mundo, sendo que, no Brasil, esse número é da ordem de 8,3% – o equivalente a todas as emissões de GEE dos Países Baixos, por exemplo – , os biocombustíveis têm potencial para exercer um papel de enorme relevância na transformação da economia brasileira e mundial rumo a uma descarbonização total. Isso porque ele pode ser utilizado tanto no setor de transportes, como no setor de energia, que responde por 9,4% da emissão dos GEE no país (SOUZA; PRETTO, 2021).

A complexidade maior do problema no setor de transportes reside no setor rodoviário, que responde por incríveis 93,2% das emissões dos GEE´s no Brasil. Os principais combustíveis de origem fóssil utilizados no setor de transportes são o óleo diesel, que abarca 59,9% das emissões de GEE e a gasolina, que ocupa a casa dos 32,9% das emissões, combustíveis esses que são excessivamente utilizados nos setores ferroviário e rodoviário (SOUZA; PRETTO, 2021).

É cada vez mais um consenso, portanto, em âmbito mundial e no caso brasileiro, a questão relativa à substituição progressiva dos combustíveis fósseis por combustíveis que venham de matrizes renováveis ou mesmo a substituição da frota de combustão por veículos elétricos. Apesar de menos poluentes, contudo, os veículos elétricos demandam baterias de lítio e eletricidade que podem vir de fontes poluentes, além de necessitar de vultosos investimentos em pesquisa e tecnologia, para sua produção e comercialização (SOUZA; PRETTO, 2021). Portanto, como opção a curto e médio prazo para o Brasil, a

grande possibilidade é a utilização dos biocombustíveis, objeto da presente pesquisa.

Este artigo, portanto, pretende apresentar um panorama geral das ações legislativas que sejam pertinentes ao tema, além de apresentar alguns dados relevantes sobre a produção e comercialização de alguns biocombustíveis.

Além dessa introdução, o artigo está divido em 5 seções. A próxima seção trata de conceitos e dados sobre a produção e comercialização dos biocombustíveis. A seção seguinte apresenta um panorama dos projetos de lei relacionados ao tema e um quadro descritivo contendo as principais ações legislativas e políticas públicas que abordam a temática. Em seguida é feita uma análise das ações mais relevantes, seguida pelas considerações finais e referências bibliográficas.

Biocombustíveis no Brasil

Para início da análise, cabe responder: o que seriam, a princípio, os biocombustíveis, afinal?

Quanto a esse tema, o Brasil apresenta considerável vantagem no atual cenário global. O país já dispõe de uma enorme infraestrutura para armazenagem e distribuição dos biocombustíveis, em razão das experiências bem sucedidas com os veículos automotores, na utilização do etanol oriundo da cana-de-açúcar e o biodiesel derivado de óleos vegetais ou gordura animal (VIDAL, 2019). Além disso, nem todos os países podem ou poderão produzir volumes suficientes de biomassa para abastecer seus mercados, em razão de restrições ao uso do solo, como condições climáticas adversas e falta de disponibilidade de terras, tornando o país um importante e competitivo ator no cenário mundial.

> "O biocombustível é a biomassa de matéria prima biológica (florestal, agrícola ou agropecuária) que pode ser transformada em energia térmica, eletricidade e biocombustível (sólido, líquido ou gasoso), através de diferentes tecnologias de conversão, na sua maioria, comercialmente disponíveis. Embora a biomassa seja sinônimo de fonte primitiva de energia, esquecemos que ela atua como uma bateria natural, capaz de estocar carbono no processo de fotossíntese das plantas, sendo mais eficiente do ponto de vista energético que as demais fontes renováveis que enfrentam o problema da intermitência, como quando o sol brilha ou o vento sopra". (ESCOBAR, 2020, p.1)

Os dois principais biocombustíveis líquidos utilizados no Brasil são o biodiesel e o etanol. Há, ainda, o biometano e os biocombustíveis de aviação, produzidos em menor escala atualmente. Todos os dados, a seguir, foram extraídos do site da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP.

Em fevereiro de 2022, segundo a ANP, existiam 53 instalações produtoras de biodiesel, a sua maioria situada nas regiões centro-oeste, sudeste e sul. A produção vem crescendo significativamente: entre 2017 e 2021 foram produzidos 29 milhões de metros cúbicos do combustível, sua maioria advindo das regiões centro-oeste e sul, num crescimento médio de 1 milhão de metros cúbicos por ano.

Mais de 70% do biodiesel vem do óleo de soja, 10% de gordura bovina e 11% de outros materiais graxos. Quanto à sua comercialização, dos 29 milhões de metros cúbicos produzidos, mais de 10 milhões tem como destino a região sudeste, seguida de mais de 6 milhões para o sul e mais de 4 milhões para o centro-oeste e nordeste. A especificação do biodiesel a ser comercializado no país para ser misturado ao óleo diesel A é estabelecida pela Resolução ANP nº 45, de 25 de agosto de 2014.

A evolução do percentual de teor de biodiesel presente no diesel fóssil no Brasil está representada na tabela 1 abaixo. A Figura 1, ao lado, traz um mapa dos produtores de biodiesel no país:

2003 - Facultativo
Jan/2008 - 2%
Jul/2008 - 3%
Jul/2009 - 4%
Jan/2010 - 5%
Ago/2014 - 6%
Nov/2014 - 7%
Mar/2017 - 8%
Mar/2018 - 10%
Mar/2019 - 11%
Mar/2020 - 12%

Tabela 1: Quantidade de biodiesel presente no diesel fóssil

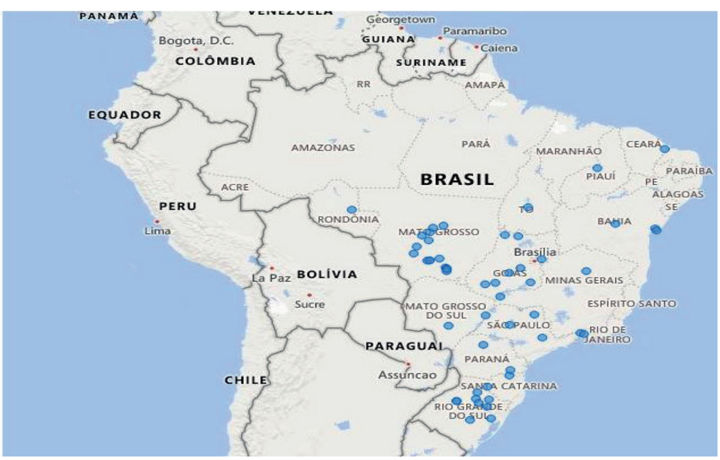


Figura 1 - Pontos de Produção Biodiesel

Fonte: ANP (2022)

Em relação ao etanol, o outro principal biocombustível presente no país, que foi pioneiro na sua utilização em larga escala desde o fim da década de 1970, impulsionado

pelo Programa Naciona de Álcool (Proálcool), as especificações do etanol anidro e etanol hidratado comercializados no país são estabelecidas pela Resolução ANP n° 19, de 15 de abril de 2015.

São 352 tipos de instalação produtora em todo o país no ano de 2022, a maioria localizada nas regiões sudeste e centro-oeste. Cerca de 130 milhões de metros cúbicos foram produzidos entre os anos de 2017, 2018, 2019, 2020 e 2022, sendo que dados não foram fornecidos em 2021, tendo havido crescimento médio de cerca de 3 milhões de metros cúbicos ao ano e um decréscimo de 3 milhões no ano de 2020. A cana-de-açúcar foi responsável por mais de 95% da composição do etanol, sendo que nos outros 5% impera o milho e o melaço. Abaixo, temos na Figura 2 o mapa de distribuição dos produtores de etanol no país no ano de 2022:

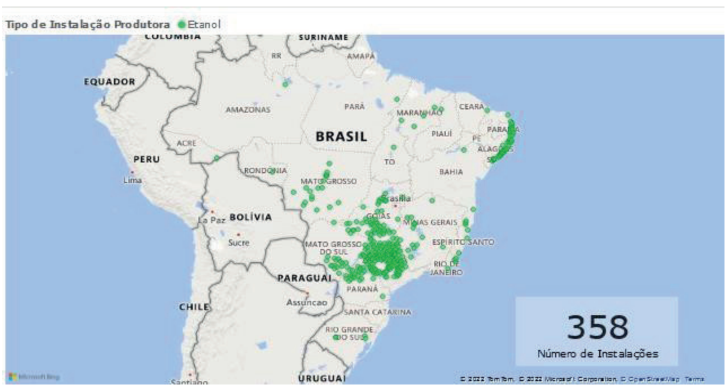


Figura 2 – Pontos de Produção de Etanol

Fonte: ANP (2022)

Portanto, nessa seção procuramos apresentar uma visão geral sobre os dois principais biocombustíveis líquidos brasileiros, o etanol e o biodiesel. Restam o biometano – um biocombustível gasoso obtido a partir do biogás: são só quatro instalações em todo o Brasil e os biocombustíveis de aviação, que tem ganhado cada vez mais importância, vide a implantação do Programa Combustível do Futuro do governo federal e estudos interessantes sobre o tema (MILANEZ et al., 2021), sendo que o governo não disponibiliza ainda dados significativos sobre o tema.

Passemos às principais ações legislativas envolvendo os biocombustíveis.

Ações Legislativas e Biocombustíveis: quadro descritivo

Elaboramos um quadro com base em informações extraídas de Longa (2008) e também de dados constantes nos sites do governo federal, mais precisamente nos Ministérios de Minas e Energia (MME) e da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Trata-se de um apanhado das principais ações legislativas relacionadas a substituição de combustíveis fósseis por combustíveis de matrizes renováveis, os biocombustíveis, que tem sua origem na biomassa de matéria prima biológica. Selecionamos os principais e mais relevantes programas de governo, políticas públicas e leis federais que abarquem o tema, desde o surgimento do Proálcool em 1975.

Optamos por não incluir no quadro descritivo os diversos projetos de lei (PL) que compõem a temática dos biocombustíveis, não por considerá-los menos importantes, mas porque a maioria das justificativas para a não conversão desses projetos em lei residem no fato de os mesmos estarem sofrendo rejeições ou aprovações nas comissões legislativas, pendentes de votação em Plenário por longo tempo ou serem considerados de difíceis exequibilidade, a exemplo do PL 1609/07, do deputado Dr.Talmir (PV-SP) e seus apensos. Tal PL, embora ainda possa ser convertido em lei, foi rejeitado em duas Comissões na Câmara dos Deputados e aguarda votação no Plenário, por estipular a substituição completa de combustíveis fósseis por biomassa em equipamentos industriais, na geração de energia elétrica e veículos de transporte no prazo máximo de 5 anos. O voto do relator foi no sentido da dificuldade na execução da ação,

Embora possam vir esses PL´s, no entanto, serem convertidos em leis, optamos pela não inclusão desses projetos no quadro descritivo em razão do intuito deste artigo em apresentar um panorama geral atualizado e consolidado da temática. Contudo, para efeitos de posteriores pesquisas, citamos aqui, preliminarmente, para consulta dos interessados, dezenas de projetos de lei que orbitam a temática de presente pesquisa e revelam a preocupação e relevância do assunto para a classe política em geral, dada as diversas proposições de lei, além das variadas políticas públicas, leis e programas que já existem. São alguns dos mais relevantes projetos de lei sobre a temática da substituição dos combustíveis fósseis no setor de transportes:

- **PL 1609/07** (pendente de votação no Plenário desde 2012); PL 2256/07 (apensado); PL 3182/2008 (apensado); PL 7482/17 (apensado); PL 3339/19 (apensado); PL 6246/19 (apensado); PL 1712/21 (apensado)

- **PL 4823/09** (pendente de votação no Plenário desde 2015), PL 4928/09 (apensado), PL 5885/09 (apensado), PL 7127/10 (apensado),

- **PL 316/11** (na Comissão de Finanças e Tributação desde 2017), PL 1860/2011 (apensado)

- **PL 4086/12** (na Comissão de Finanças e Tributação desde 2012), PL nº 4.507/2012, PL nº 7.167/2014, PL nº 7.251/2014, PL nº 8.144/2014, PL nº 1.371/2015, PL nº 1.410/2015, PL nº 156/2015, PL nº 3.412/2015, PL nº 4.094/2015, PL nº 4.106/2015, PL nº 902/2015, PL

- **PL 3368/20** (na Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável desde 2021)

- PL 1873/21 (pendente de votação no Plenário desde 2021); PL 6503/2016; PL 6954/2017; PL 7262/2017; PL 7582/2017; PL 7785/2017; PL 8291/2017; PL 8402/2017; PL 8630/2017; PL 9393/2017; PL 9616/2018; PL 1618/2019; PL 1780/2019; PL 1964/2019; PL 1967/2019; PL 3197/2019; PL 3435/2019; PL 3673/2019; PL 4825/2019 PL 5272/2019; PL 874/2019; PL 3174/2020; PL 3368/2020 E PL 5332/2020 (todos apensados).

- PDL 399/20 (na Comissão de Constituição e Justiça desde 2021)

Desses, destacam-se, além do já citado **PL 1609/17**, o **PL 4823/09**, que trata da substituição gradativa de veículos que utilizam combustíveis fósseis, cujo argumento principal para a rejeição na Comissão de Minas e Energia, em um voto obscuro, foi o de que os biocombustíveis teriam menor rendimento que a gasolina e o diesel; o **PL 4086/12,** que institui incentivo fiscal à produção e comercialização de veículos automóveis movidos a eletricidade ou híbridos; o **PL 4823/09,** que dispõe sobre parâmetros para a frota automotiva nacional e políticas para seu desenvolvimento; o **PL 316/11** que dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Compostos Orgânicos de Origem Vegetal, que tem como objetivo reduzir as emissões de gases de efeito estufa e o consumo de combustíveis fósseis; o **PL 3368/20,** que dispõe sobre a fabricação e importação de veículos automotores leves no Brasil; o **PL 1873/2021,** que institui um programa federal para incentivar a pesquisa, a produção e o consumo dos biocombustíveis avançados no Brasil, sendo que o texto também estabelece um cronograma de adição obrigatória de biocombustíveis avançados ao óleo diesel e ao querosene de aviação e, em sentido contrário, o **PDL 399/2020,** que pretende suspender a norma do governo que diminuiu as metas anuais compulsórias de emissão dos gases do efeito estufa (GEEs) dos distribuidores de combustíveis fósseis, como gasolina e gás da cozinha.

No Quadro 1, segue o resultado da pesquisa, uma construção contendo as principais ações legislativas sobre a temática:

Ação Governamental	Ano	Finalidade	Contexto	Ação principal
ProÁlcool	1975	Reduzir a dependência geopolítica de fontes energéticas importadas; criação de empregos	Choque do Petróleo e Guerra entre Irão e Iraque	Amenizar os graves problemas da balança comercial; utilização do álcool puro
Resolução Conama nº 18, de 6 de maio de 1986 - Proconve	1986	Reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores	atender os Padrões de Qualidade do Ar, especialmente nos centros urbanos	Criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso;
Lei 8723	1993	redução de emissão de poluentes por veículos automotores	baixos preços do petróleo	fixa um percentual obrigatório de álcool etílico anidro combustível à gasolina em todo o território nacional.
Lei 10203	2001	redução de emissão de poluentes por veículos automotores	modificação da Lei 8723/93	amplia para 22 a 24% o percentual de adição de álcool etílico anidro combustível à gasolina
Lei 10295 - Program Brasileiro de Etiquetagem	2001	fornece informações sobre o desempenho dos produtos, considerando atributos como a eficiência energética, o ruído e outros critérios que podem influenciar a escolha dos consumidores	Em 1984, o Inmetro, de forma pioneira, iniciou uma discussão com a sociedade sobre a questão da conservação de energia, com a finalidade de racionalizar o uso dos diversos tipos de energia no País	A Etiqueta CONPET diferencia os produtos, classificando-os de acordo com a sua eficiência energética.
Lei 10336	2001	Institui a CIDE	criação de novo imposto	não tributação deste valor para o álcool
Resolução Conama nº 297 - Promot	2002	Programa de controle de emissões de gases poluentes para ciclomotores, motociclos e similares	implementação em seguia ao Proconve	a melhoria da qualidade dos combustíveis automotivos;
Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)	2004	Introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional	Nova Constituição Federal/Mercado internacional clama por energias limpas	mistura de biodiesel ao diesel fóssil
Lei 11.097	2005	Introduzir, na matriz energética brasileira, o biodiesel como combustível a ser utilizado nos motores a combustão interna ; desenvolvimento de pequenas comunidades	modificação da Lei 9478/1997 e Lei 9847/1999	mistura de biodiesel ao diesel fóssil de no mínimo 5%

Ação Governamental	Ano	Finalidade	Contexto	Ação principal
Lei 11116	2005	dispõe sobre o registro de produtor ou importador de biodiesel e sobre incidência de PIS/ PASEP e COFINS	Âmbito do Protocolo de Kyoto (projetos do tipo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)	estabelece penalidades caso a pessoa não faça o Registro Especial
Decreto 5297	2004	estabelece alíquotas da contribuição para o PIS/ PASEP e COFINS	regulamenta lei 11116/2005	cria o selo "Combustível Social"; confere direitos a benefícios de políticas públicas
Lei 13576 - RenovaBio	2017	expandir a produção de biocombustíveis no Brasil, baseada na previsibilidade, sustentabilidade ambiental, econômica e social, e compatível com o crescimento do mercado	ampliar a participação dos combustíveis renováveis de forma compatível com o crescimento do mercado	transformar um bem público, que são as externalidades positivas dos biocombustíveis, em produção sustentável, através de mecanismos de mercado, sem subsídios ou medidas artificiais
Lei nº 13.755 - PROGRAMA ROTA 2030	2018	elaborar uma política industrial de longo prazo para o setor automotivo e de autopeças, estimulando o investimento e o fortalecimento das empresas brasileiras do setor	normas para a fabricação e a comercialização de veículos nacionais, tendo em vista os próximos quinze anos de operação da indústria automotiva	cenário de oportunidades para as empresas do setor investirem no desenvolvimento e na aplicação de novas tecnologias
Resolução CNPE nº 07 - Programa Combustível do Futuro	2021	visa ampliar, ainda mais, o uso de combustíveis sustentáveis e de baixa intensidade de carbono	integrar políticas públicas afetas ao tema	promover redução da intensidade média de carbono da matriz de combustíveis, da redução das emissões em todos os modos de transporte e do incremento da eficiência energética;
lei 14 248 - Programa Nacional do Bioquerosene	2021	incentivo à pesquisa e o fomento da produção de energia à base de biomassas, visando à sustentabilidade da aviação brasileira	incentivar a aviação brasileira a dar sua contribuição à sustentabilidade ambiental	possibilitar a expansão da aviação regional e reduzir o valor das passagens aéreas

Quadro 1 – Ações Legislativas e Políticas Públicas relacionadas ao tema dos Biocombustíveis

Fonte: Brasil(2022); Longa (2008)

Breve Análise do Quadro 1

Consideraremos, para fins de análise, alguns dos Programas ou das Leis que tenham maior afinidade com o tema dos biocombustíveis. Todas as ações selecionadas no

Quadro 1 possuem algum tipo de relação com esse assunto, mas há algumas que são, de certa forma, marcos no debate público brasileiro, e estão alinhadas às principais correntes que advogam pela causa da sustentabilidade, na forma da redução ou eliminação do uso de combustíveis fósseis e a utilização de biocombustíveis para fornecimento de variadas formas de energia.

ProÁlcool

De início, uma das políticas mais importantes surgidas no Brasil foi o Programa Nacional do Álcool - Proálcool, programa lançado pelo governo no ano de 1975. O abrupto salto no preço do petróleo à època – no que ficou conhecido como "primeiro choque do petróleo" –, que passou de 2,91 dólares para 12,45 dólares, no ano de 1973, pressionou o governo para que o país se libertasse um pouco da sua dependência.

O Proálcool visava desenvolver e aperfeiçoar técnicas para se extrair o álcool etílico de insumos específicos (ANDRADE, 2009). Entre 1975 e 1979, os esforços eram para se acrescentar o álcool etílico anidro à gasolina (excelente aditivo, que aumenta a octanagem da gasolina). Após, em 1978, os motores foram adaptados para só receber a álcool etílico hidratado (que contém 5% de água em sua composição).

O etanol ou álcool etílico pode ser de origem renovável ou derivado do petróleo. Tem poder calorífero inferior à gasolina, mas possui características que permitem excelente desempenho dos motores, como a larga faixa de inflamabilidade, grande poder antidetonante e elevado calor latente de vaporização. O custo de sua produção no Brasil é baixo, já que as máquinas que o produzem são alimentadas pela queima do próprio bagaço da cana-de-açúcar, independentemente da utilização de combustíveis fósseis. Ademais, o bom nível de insolação bem como a regularidade das chuvas no país contribuem para a plantação e crescimento adequados da cana-de-açúcar, fazendo com que nos EUA, por exemplo, o custo de produção do etanol seja 25% mais alto (ANDRADE, 2009). Ressalta-se que o Brasil é o maior produtor de cana do mundo e o segundo em etanol.

Tais fatores contribuíram para que em 1985, dos carros fabricados no país, 95,8% fossem movidos a álcool. Decisivamente, o alto preço da gasolina no mercado estimulou a criação do Proálcool. Maior prazo de financiamento, taxas mais baixas, introdução de sistema de partida a frio foram algumas das concessões feitas pelo governo à época para estimular os compradores.

No entanto, muitas críticas foram feitas no sentido de que aumentaram muito as monoculturas de cana, em detrimento das áreas para cultivo de alimentos, além da sazonalidade, que agravava problemas sociais no campo. Ademais, a queda no preço do barril em meados de 1996 desestimulou o governo a manter políticas de subsídios, compensando novamente que fosse utilizada a gasolina (ANDRADE, 2009) em motores.

No entanto, permanecem atualmente vultosos investimentos na construção de

usinas e aumento da produção do etanol no país, gerando empregos e permitindo a exportação desse biocombustível, de alto valor agregado (pode produzir o etileno, sorbitol, ácido lático, etanol). Os fatores a serem ressalvados, no entanto, seriam a questão da manutenção das áreas de preservação e a não incorrência em danos ambientais, desafios que se apresentam às empresas envolvidas nesse ramo (ANDRADE, 2009).

Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB

Em 2004, no governo do presidente Lula (2003-2010), foi criado o PNPB, um programa interministerial do governo federal, visando três diretrizes: implantar um programa sustentável, promovendo a inclusão produtiva da agricultura familiar; garantir preços mínimos, qualidade e suprimento e produzir o biodiesel a partir de diferentes matérias primas, fortalecendo as potencialidades regionais (BRASIL, 2019). Democrático, o grupo gestor do PNPB contava com representantes da EMPRAPA, ANP, Petrobrás e BNDES, além de representantes de mais de 14 ministérios (MATTEI, 2010).

Segundo a Lei 11.097/2005, o biodiesel é produto capaz de substituir parcialmente ou totalmente os combustíveis de origem fóssil, tendo como composição, em seu resultado final 86% de óleo biodiesel, 9% de glicerina e 5% de álcool reprocessado (MATTEI, 2010). O governo, a partir de 2005, foi definindo metas para que se adicionasse o biodiesel ao óleo diesel oriundo do petróleo, chegando a 5% a mistura em 2013.

O Programa dispunha de instrumentos como o Selo Biocombustível Social e estratégias de organização da base produtiva que envolviam mecanismos de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), fomento, crédito, chamadas públicas e apoio a projetos e parcerias disponíveis para promover o fortalecimento da agricultura familiar na produção de biodiesel (BRASIL, 2019).

Interessante ressaltar que o cooperativismo foi um fator central para o Programa, que regulamentava procedimentos para habilitação das cooperativas como fornecedoras de matérias-prima no âmbito do Selo Combustível Social a empresas produtoras de biodiesel e ao governo, por meio de leilões públicos, visando a inclusão produtiva e geração de renda no meio rural, via agricultura familiar. A prioridade, no entanto era ampliar a produção e consumo dos biocombustíveis em escala comercial e de forma sustentável.

Alguns leilões públicos feitos, no entanto, minaram o entusiasmo inicial do Programa, já que as metas do governo não foram cumpridas em razão do crescimento regular da oferta e incertezas quanto à entrega da produção pelas empresas. As negociações foram antecipadas e na hora do leilão organizado pela ANP, houveram poucas ofertas reais (MATTEI, 2010).

Já o Selo Social envolvia redução das alíquotas do PIS/PASEP e Cofins para cada região e acesso a linhas de crédito especiais junto a bancos específicos. Os insumos como mamona e dendê não sofriam incidência desses impostos quando os industriais

produtores de biodiesel compravam produtos, em quantidades definidas pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), de agricultores familiares de regiões específicas do Brasil (Nordeste e semiárido 50%; Centro-oeste e Norte 10% e Sudeste e Sul 30%). Isso quebrava o monopólio da soja, por exemplo, como único produto que iria gerar o biodiesel, tornando-se o biodiesel um importante item na agenda dos movimentos sociais rurais e do sindicalismo rural, que intermediam a relação entre agricultores e industriais (ABRAMOVAY; MAGALHÃES, 2007).

Mattei (2010) conclui que, até 2007, mais de 100 mil agricultores familiares estavam produzindo matérias-prima destinada à elaboração do biodiesel, gerando uma movimentação de R$ 120 milhões; houve considerável ampliação das plantas industriais (27 empreendimentos em 2007 e 13 usinas-piloto em funcionamento); incremento da produção (751 milhões de litros de óleo ao ano); sistema tributário diferenciado.

Como desafios não superados, a produção existente ainda não consegue suprir a demanda; descompassos entre a logística disponível das empresas e a produção efetiva; os agricultores familiares não conseguem cumprir os compromissos exigidos por falta de capacidade produtiva e operacional; venda da soja para outros fins que não o biodiesel; dúvidas das montadoras acerca do controle de qualidade do biodiesel; prazo de validade do biodiesel, por 06 meses (MATTEI, 2010). No entanto, uma das vitórias do Programa é seu caráter eminentemente democrático e que gera forte credibilidade junto à sociedade civil.

Lei 13.576/2017 – RenovaBio

O RenovaBio é um importante e interessante Programa do governo federal, instituído em 2017, mas que passou a operar integralmente no ano de 2019. Tido como o maior programa de descarbonização do planeta, o RenovaBio difere de outros programas por estipular metas de descarbonização, certificação da produção de biocombustíveis e emissão de créditos de descarbonização às empresas (CBIO), sem se ater às políticas tradicionais dos programas anteriores, como criação de subsídios, impostos, crédito presumido ou mandatos de adição de biocombustíveis aos combustíveis de origem fóssil (BRASIL, 2022).

Tem como foco, portanto, o reconhecimento do papel estratégico dos biocombustíveis na segurança energética brasileira, a previsibilidade do mercado e a mitigação da emissão de gases de efeito estufa no setor de combustíveis. É composto por metas estipuladas para a produção de biocombustíveis pelos produtores, certificação de sua produção e emissão de notas de eficiência ambiental multiplicada pelo volume de biocombustível produzido, resultando em CBIO´s, que poderão ser comercializados no mercado. Esses importantes certificados equivalem a tonelada de emissões de CO2 evitadas; cada 01 CBIO emitido equivale a 7 árvores em termos de captura de carbono e 1 tonelada de emissão de CO2

evitada (BRASIL, 2022).

Depreende-se, pela instituição do RenovaBio, que o Brasil deu seu avanço incial para enfrentar os compromissos assumidos no âmbito do Acordo de Paris de 2015, do qual é signatário, que buscou, por meio dos Compromissos Nacionalmente Determinados, reduzir significativamente a emissão dos gases de efeito estufa, a fim de limitar o aumento da temperatura global em 1,5º C. Nesse contexto, os biocombustíveis são importantes fatores para redução da emissão dos GEE, servindo de estímulo à sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Duas são as principais finalidades para a concessão de incentivo econômico aos produtores em face do Programa: a melhoria da eficiência do plantio da biomassa e a indução da adoção de biocombustíveis de segunda geração (por exemplo obter etanol a partir da lignocelulose e o biometano da vinhaça) (ROMEIRO; PAULINO, 2021). Nove são os tipos de biocombustíveis citados no Programa: etanol de cana de açúcar, etanol de milho, biodiesel de soja, biodiesel de gordura bovina, bioquerosene de HEFA, bioquerosene de SIP, biometano de resíduos de cana, biometano de resíduos de processamento de carne e biometano de lixo urbano (ROMEIRO; PAULINO, 2021).

Importante ressaltar que o Programa intenta promover o fomento à produção dos biocombustíveis avançados, que são os de 2ª e 3ª geração que não competem diretamente com ração ou alimentos. Os de segunda geração podem derivar de óleo usado doméstico, palha de milho, palha de cana, madeira, serragem, capim, casca de arroz. Já os de terceira geração, podem vir de rotas tecnológicas que ainda estão em desenvolvimento. Em suma, podem ser derivados de plantas não comestíveis e resíduos de biomassa, caules e talos (ROMEIRO; PAULINO, 2021).

Sampaio (2022) conclui que o Programa se mostrou eficaz e efetivo, já que os instrumentos do RenovaBio foram todos regulamentados para sua execução dentro do prazo estipulado pela legislação; ademais, os indicadores foram regulados dentro do prazo, permitindo a execução da política.

> Aliado à proteção do meio ambiente, incentivar a indústria de biocombustíveis significa fomentar a produção agroindustrial, gerar emprego, renda e desenvolvimento regional, além pesquisa e inovação, fatores imprescindíveis para elevar a competitividade da indústria brasileira, não apenas de biocombustíveis, mas de toda a cadeia associada à sua produção e uso (SAMPAIO, 2022, p.103)

Programa Combustível do Futuro – 2021

Por fim, o Programa Combustível do Futuro busca integrar todas as políticas públicas afetas ao tema (RenovaBio, Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, Proconve, Rota 2030, Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular e o CONPET), estipulando uma série de objetivos, dentre eles propor medidas para ampliar a qualidade

dos biocombustíveis, propor ações para fornecer ao consumidor informações adequadas, propor estudos para viabilizar tecnologias para criação de células de combustível à etanol, estabelecer tecnologias para captura e armazenamento de carbono a partir do biocombustíveis e avaliar condições para introdução de bioquerosene na aviação brasileira (BRASIL, 2021).

Vários ministérios e institutos participam da execução do Programa (15 órgãos no total), que tem como foco propor medidas para o uso de combustíveis sustentáveis e de baixa emissão de carbono, bem como desenvolver novas tecnologias para motores por meio dos biocombustíveis, também em aviões e navios. José Mauro Coelho (secretário de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis do Ministério de Minas e Energia – MME) define a meta do Programa:

> Nossa meta é, com o **Combustível do Futuro**, identificar medidas de políticas públicas que possam ser levadas ao Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), para que possamos, no médio prazo, ter corredores verdes e, por eles, ver transitando veículos movidos a gás natural, a GNL, a biometano, além de postos de abastecimento (BRASIL, 2022)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A matriz energética mundial é formada, em sua maioria, por fontes não renováveis, principalmente carvão mineral (26,9%), petróleo e derivados (31,5%) e gás natural (22,8%). As fontes renováveis como a energia eólica, solar, quando somadas à energia hidráulica e da biomassa, participam com aproximadamente 14% da composição da matriz energética mundial, sendo as chamadas fontes de energia limpa. No Brasil, as energias limpas respondem por cerca de 46,1% da sua matriz energética (SAMPAIO, 2022). No entanto, a energia hidráulica, predominante, necessita de volume de chuvas regulares para manter as usinas funcionando. Em períodos de seca, as termelétricas são acionadas, mas elas utilizam combustíveis fósseis em seu funcionamento.

Portanto, há várias razões para o aumento da produção e utilização dos biocombustíveis no Brasil e no mundo: incremento da autossuficiência energética, redução dos custos de importação, reforço ao desenvolvimento da agricultura doméstica, incentivo ao uso de energias renováveis e redução da emissão de gases de efeito estufa (ROMEIRO; PAULINO, 2021).

Em relação à disponibilidade de biocombustíveis no mundo, a produção deve mais que dobrar até 2025, sendo o etanol o principal biocombustível, com uma participação do Brasil de 50% desse volume. A produção de biodiesel deve aumentar também em 50%, sendo que o maior consumo ocorre na Comunidade Europeia (ROMEIRO; PAULINO, 2021).

Colocamos no Quadro 1 as principais ações legislativas desde a criação do Proálcool, dando ênfase aos programas e políticas públicas relevantes que tivessem

relação com o tema. Foi objeto do presente artigo analisar algumas ações descritas no quadro, que buscou fazer um apanhado das principais que orbitam o tema e realizar um esboço qualitativo e descritivo, no que tange às variáveis ação, ano, finalidade, contexto e ação principal.

Esta pesquisa é de cunho exploratório, possibilitando que outros autores possam se aprofundar na importante temática dos biocombustíveis.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R.; MAGALHÃES, R. **O acesso dos agricultores familiares aos mercados do biodiesel:** parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais. São Paulo: USP, 2007. Relatório de pesquisa.

ANDRADE, Ednilton Tavares de; DE CARVALHO, Sergio Roberto Garcia; DE SOUZA, Lucas Fernandes. Programa do Proálcool e o etanol no Brasil. UFF: **Engevista**, vol.11, n.02, 2009.

BITTAR, Márcio. PROJETO DE LEI No 1.609, DE 2007 (Apensos: PL 2.256/2007 e PL 3.182/2008). Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2011. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=906146. Acesso em 09/04/2022.

BRASIL. Senado Federal. Disponível em: https://www12.senado.leg.br. Acesso em 10/04/2022.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Disponível em:https://www.camara.leg.br/. Acesso em 10/04/2022.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/biodiesel/programa-nacional-de-producao-e-uso-do-biodiesel-pnpb. Acesso em 19/05/2022.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. RenovaBio. Disponível em: http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/renovabio. Acesso em 10/04/2022.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em:https://www.gov.br/anp/pt-br. Acesso em 10/04/2022.

ESCOBAR, Javier Farago. Biocombustíveis explicados em 5 pontos. Disponível em: https://pp.nexojornal.com.br/perguntas-que-a-ciencia-ja-respondeu/2020/Biocombust%C3%ADveis-explicados-em-5-pontos. Nexo Jornal, 2020. Acesso em 08/04/2022.

GROSSI, Marina. A mais plural das COPs e a lição de casa para o Brasil. Nexo Jornal. Disponível em: https://www.nexojornal.com.br/ensaio/debate/2021/A-mais-plural-das-COPs-e-a-li%C3%A7%C3%A3o-de-casa-para-o-Brasil?modulo=Debate&tema=tag&edicao=COP26&posicao=2. Acesso em 07/04/2022

LONGA, Dulce Conceição Pinheiro. Biocombustíveis: uma análise das políticas públicas. Tese de Mestrado. Universidade de Salvador – UNIFACS, 2008.

MATTEI, Lauro. Programa Nacional para Produção e Uso do Biodiesel no Brasil (PNPB): trajetória, situação atual e desafios. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 41, n. 4, p. 731-740, 2010.

MILANEZ, Artur Yabe et al. Biocombustíveis de aviação no Brasil: uma agenda de sustentabilidade. 2021. Senado Notícias. Protocolo de Kyoto. Disponível em:https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o- assunto/protocolo-de-kyoto. Acesso em 07/04/2022.

ROMEIRO, Laercio Kutianski Jose; PAULINO, Sonia Regina. Política de biocombustíveis e o incentivo às novas tecnologias: o renovabio no Brasil. PUCP, 2021.

SAMPAIO, Adriana Monte Pereira de Macêdo. A Política Nacional de Biocombustíveis e as metas brasileiras no Acordo de Paris: uma proposta de avaliação a partir da legislação. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Direito, Natal, 2022.

SOUZA, Caroline; PRETTO, Nicholas. As emissões de gases estufa pelos meios de transporte. Disponível em:https://www.nexojornal.com.br/grafico/2021/11/09/As-emiss%C3%B5es-de-gases-estufa-pelos-meios-de-transporte. Nexo Jornal, 2021. Acesso em 08/04/2022.

VICK, Mariana. 5 anos do Acordo de Paris: o que esperar daqui para frente. Disponível em:https://www.nexojornal.com.br/expresso/2020/12/11/5-anos-do-Acordo-de-Paris-o-que- esperar-daqui-para-frente. Acesso em 07/04/2022. Nexo, 2020.

VIDAL, Maria de Fátima. Produção e uso de biocombustíveis no Brasil. Caderno Setorial ETENE, ano 4, n.79, 2019.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE UN LABORATORIO HÍBRIDO BASADO EN INTERNET DE LAS COSAS

Data de submissão: 08/08/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Marco Antonio Hernández-Vargas
Instituto Internacional de Aguascalientes
Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes
Aguascalientes – México
https://orcid.org/0000-0002-8146-9307

Héctor Jesús Macías-Figueroa
Instituto Internacional de Aguascalientes
Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes
Aguascalientes – México
https://orcid.org/0009-0001-3309-1899

César Dunay Acevedo-Arreola
Instituto Internacional de Aguascalientes
Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes
Aguascalientes – México
https://orcid.org/0009-0001-9370-2997

Ricardo Luna-Carlos
Instituto Internacional de Aguascalientes
Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes
Aguascalientes – México
https://orcid.org/0009-0004-9146-1415

Caritina Ávila López
Instituto Internacional de Aguascalientes
Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes
Aguascalientes – México
https://orcid.org/0009-0008-5538-4095

Gabriela Chávez-Salazar
Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes
Aguascalientes – México
https://orcid.org/0009-0003-2560-2008

Lucrecia Guadalupe Valenzuela Segura
Tecnológico Nacional de México
CDMX – México
https://orcid.org/0009-0001-0267-2260

José Roberto Aguilera Fernández
Instituto Internacional de Aguascalientes
Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes
Aguascalientes – México
https://orcid.org/0009-0008-0259-0119

María Magdalena Becerra López
Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes
Aguascalientes – México
https://orcid.org/0009-0004-7203-5998

Adriana Pupo Ulloa
Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes
Aguascalientes – México
https://orcid.org/0009-0007-5082-4103

Sonia Elizabeth Serna Ramírez
Colegio Cristóbal Colón
Estado de México – México
https://orcid.org/0009-0001-1215-7369

Miguel Ortiz Martínez
Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes
Aguascalientes – México
https://orcid.org/0009-0004-5440-5182

RESUMEN: En disciplinas técnicas y científicas la realización de experimentos con equipos reales es fundamental para consolidar los conceptos adquiridos en las aulas teóricas. Sin embargo, debido a diferentes razones los laboratorios reales no siempre están disponibles o no cuentan con el equipo necesario para tal fin, lo cual impone restricciones en el aprendizaje de los estudiantes. En algunas instituciones educativas de nivel superior y, en particular las públicas, existen asignaturas que no se llevan a un nivel práctico debido a la falta del respectivo equipamiento. El Laboratorio Híbrido de Mecánica de Fluidos basado en el Internet de las Cosas (IoT) propuesto en este trabajo de investigación, consiste en un prototipo de bajo costo compuesto por un banco de sensores que permite gestionar las principales variables que se usan en el cálculo de la potencia de una bomba en un contexto de succión negativa, tanto de manera real y a distancia (modo remoto), así como de una manera simulada (modo virtual); ambos casos gestionados por una aplicación móvil. Esta propuesta está enfocada a nivel de educación superior pública y, en particular, hacia los alumnos que cursan la asignatura de Mecánica de Fluidos del programa educativo de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Aguascalientes (ITA) perteneciente al Tecnológico Nacional de México (TecNM).
PALABRAS-CLAVE: Laboratorio Virtual, Laboratorio Remoto, Mecánica de Fluidos, Internet de las Cosas.

DEVELOPMENT OF A HYBRID LABORATORY BASED ON THE INTERNET OF THINGS

ABSTRACT: In technical and scientific disciplines, performing experiments with real equipment is fundamental to consolidate the concepts acquired in the theoretical classroom. However, due to different reasons, real laboratories are not always available or do not have the necessary equipment for this purpose, which imposes restrictions on student learning. In some higher education institutions, particularly public ones, there are subjects that are not taken to a practical level due to the lack of the respective equipment. The Hybrid Laboratory Based on the Internet of Things proposed in this research work, consists of a low-cost prototype composed of sensors bank that allows managing the main variables used in the calculation of the power of a pump in a negative suction context, both in a real and remote way (remote mode), as well as in a simulated way (virtual mode); both cases managed by a mobile application. This proposal is focused at the public higher education level and, in particular, towards students taking the Fluid Mechanics course of the Mechanical Engineering educational program of the Instituto Tecnologico de Aguascalientes (ITA) belonging to the Tecnologico Nacional de Mexico (TecNM).
KEYWORDS: Virtual Laboratory, Remote Laboratory, Fluid Mechanics, Internet of Things.

INTRODUCCIÓN

En disciplinas técnicas y científicas la realización de experimentos con equipos reales es fundamental para consolidar los conceptos adquiridos en las aulas. Sin embargo, debido a diferentes razones los laboratorios reales no siempre están disponibles o no se cuenta con el equipamiento necesario para abordar algunos temas de las asignaturas, lo cual impone restricciones en el aprendizaje del estudiante. Afortunadamente, el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones ha suscitado numerosos cambios en la sociedad en los últimos años (Alexiou et al., 2005). La comunicación, empleando como soporte Internet, ha evolucionado para proporcionar nuevas formas de interacción a distancia más complejas y útiles (Hassan et al., 2022). La aplicación de estas tecnologías llega, en mayor o menor medida, a la práctica totalidad de los campos de conocimiento, centrándose esta propuesta en el área de la educación (Balamuralithara & Woods, 2009).

El Laboratorio Híbrido de Mecánica de Fluidos basado en el Internet de las Cosas consistirá en un prototipo compuesto por diversos sensores que permitirán gestionar las principales variables que se usan en el cálculo de la potencia de una bomba en un escenario de succión negativa, tanto de manera real y a distancia utilizando a Internet como plataforma de conectividad (modo remoto), así como de una manera simulada (modo virtual).

Asimismo, el Laboratorio Híbrido de Mecánica de Fluidos podrá ser gestionado por una aplicación móvil para el modo virtual, en donde se ingresarán las variables correspondientes para que se realicen las operaciones necesarias para el cálculo de la potencia de la bomba en un escenario de succión negativa; todo esto de forma simulada y sin las variables del entorno real.

Esta propuesta de Laboratorio Híbrido estará enfocada hacia el entorno educativo y en particular hacia los estudiantes que cursan la asignatura de Mecánica de Fluidos del programa de educación superior de Ingeniería Mecánica perteneciente al Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes. Los cálculos que el estudiante realiza dentro de esta asignatura son completamente teóricos y no se logra el objetivo de aprendizaje. Por lo tanto, lo que se pretende con este laboratorio es sistematizar el procedimiento del cálculo de la potencia de la bomba, haciendo que el alumno pueda comprender de manera dinámica e interactiva dicho proceso.

Debido a que el Laboratorio de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Aguascalientes no cuenta actualmente con el equipamiento necesario para llevar a cabo prácticas relacionadas con Mecánica de Fluidos (en este caso, la succión negativa), se encontró la manera de diseñar e implementar un prototipo en este sentido basado en las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (Potkonjak et al., 2016) concepts such as distance learning, and open universities, are now becoming more widely

used for teaching and learning. However, due to the nature of the subject domain, the teaching of Science, Technology, and Engineering are still relatively behind when using new technological approaches (particularly for online distance learning.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñó el modelo del prototipo del laboratorio híbrido utilizando los símbolos propuestos en los diagramas de flujo por ISO (*ISO 9001 Procesos*, s. f.). La Figura 1 muestra los dos modos de funcionamiento del prototipo.

Para el acceso "VIRTUAL" al laboratorio híbrido, se cuenta con una capa de software de simulación que será la intermediaria para la gestión de las fórmulas de mecánica de fluidos, para la monitorización y control del sistema de bombeo de succión negativa.

Para el acceso "REMOTO" al laboratorio híbrido, se tiene la monitorización y control directo de sus distintas variables (temperatura, presión, viscosidad, etc.) a través de un banco de sensores instalados en el prototipo y que serán procesadas bajo el paradigma de computación en la nube (para el almacenamiento de datos estadísticos) y en la niebla.

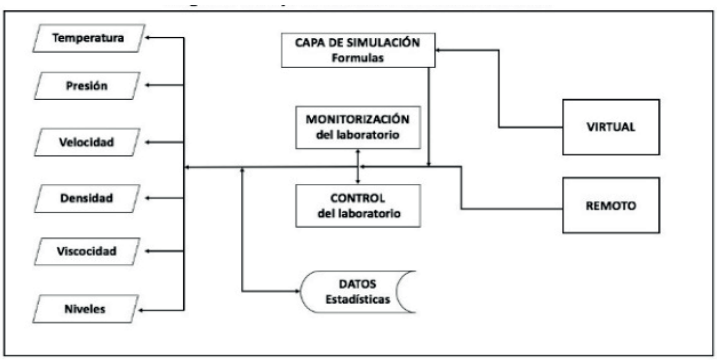


Figura 1. Modelo del laboratorio virtual híbrido basado en ISO.

Por otro lado, la Figura 2 muestra los elementos importantes que conforman la arquitectura del laboratorio híbrido: computación en la nube, computación en la niebla, IoT y la aplicación móvil.

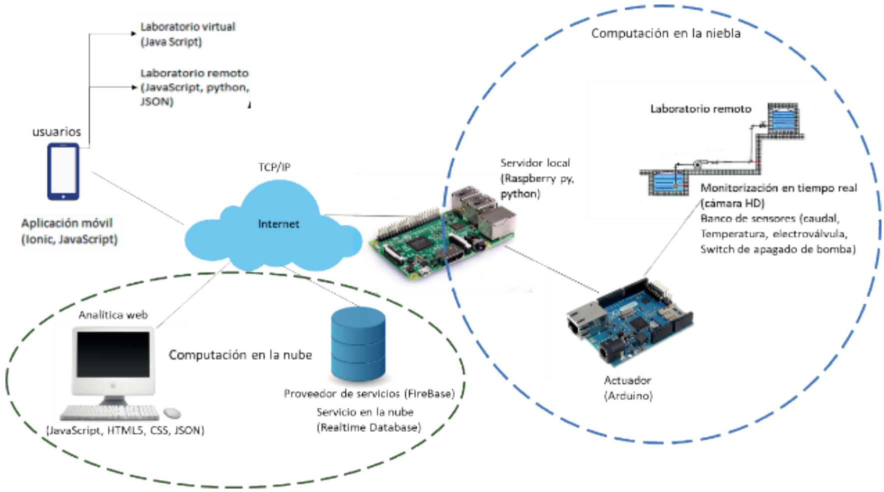


Figura 2. Arquitectura del Laboratorio Híbrido basado en IoT.

La computación en la nube se ha utilizado para el almacenamiento y procesamiento de las variables del laboratorio híbrido en tiempo real utilizando la tecnología FireBase (*Firebase Realtime Database | Almacena y sincroniza datos en tiempo real*, s. f.); variables como temperatura, presión, velocidad, densidad y viscosidad del fluido y los niveles del fluido de los tanques de almacenamiento. Para la adquisición y envío de datos a la nube se ha utilizado un banco de sensores y microcontroladores tales como el Raspberry B+ (Ltd, s. f.) y el Arduino UNO (*Arduino Uno Rev3*, s. f.). En caso de la toma de decisiones de manera local (determinación automática de niveles máximos y mínimos de los fluidos en los tanques de almacenamiento), se ha utilizado computación en la niebla y la tecnología de Internet de las Cosas (*¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)?*, s. f.). Finalmente, la gestión del Laboratorio Híbrido en sus dos modos de operación (Virtual y Remoto) será a través de la aplicación móvil. Para el desarrollo de la aplicación móvil se han utilizado tecnologías tales como JavaScript, JSON, Python y Ionic.

A continuación, se muestran el procedimiento que se ha utilizado para realizar el cálculo de la potencia de la bomba en un escenario de Mecánica de Fluidos de Succión Negativa («Potencia de una bomba hidráulica», 2023)000 kg/m³ en el caso del agua.

Potencia de una bomba centrífuga

La ecuación 1 se ha utilizado para realizar el cálculo de la potencia teórica (*P*) en función del peso específico (Υ en N/m^3), el caudal (***Q*** en m^3/s) y la altura dinámica total de bombeo (***H*** en *m*):

$$P = \Upsilon\ Q\ H \qquad (1)$$

Potencia real

La ecuación 2 se ha utilizado para el cálculo de la potencia real de una bomba expresada en Watts:

$$Pr = \frac{\gamma QHM}{\eta} \quad Pr = (\frac{m^3}{s})\left(\frac{\frac{Kg\bullet m}{s^2}}{m^3}\right)(m)\, Watts \tag{2}$$

Donde:

η = es el rendimiento de la bomba (siempre menor que la unidad).

Carga o altura dinámica total de bombeo.

La carga o altura dinámica total de bombeo (***Hb*** en *m*) se puede resolver con la ecuación 3, la ecuación de Bernoulli (*¿Qué es la ecuación de Bernoulli?*, s. f.). En función de la presión (***P*** en KPa), la velocidad del fluido (***V*** en m/s), la altura (***Z*** en m), la gravedad (***g*** en m/s^2), y las pérdidas por fricción (***Hf*** en m):

EF EC EP

$$Hb = (\frac{P_2 - P_1}{\gamma}) + (\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}) + (Z_2 - Z_1) + Hf \tag{3}$$

El uso de la ecuación 4 permitirá desarrollar problemas para calcular la altura dinámica de bombeo de manera más detallada:

$$Hb = (h_d + h_s) + hfs + hfd + \frac{V^2}{2g} + (hrs - hrd) \tag{4}$$

Donde:

hg = (*hd* + *hs*) = Altura geométrica entre el nivel inferior y el superior del líquido.

Σ***hf*** = (***hfs*** + ***hfd***) = La sumatoria de todas las pérdidas (tanto en tubería recta como en accesorios) que sufre el fluido entre el nivel de succión y el de descarga.

V²/2g = Energía dinámica o cinética.

Hr = (*hrs* – *hrd*) = Es la presión residual que debe vencer la bomba cuando el fluido llegue a su destino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 3 se muestra la implementación del prototipo del Laboratorio Híbrido; utilizando como fluido el agua. Las variables importantes que se han gestionado son la temperatura del fluido con el sensor DS18B20 (*Tutorial sensor digital de temperatura DS18B20*, s. f.), el nivel del fluido con el sensor ultrasónico HC-SR04 (*Tutorial de Arduino y sensor ultrasónico HC-SR04*, s. f.) y el caudal del fluido con el sensor YF-S201 (*Tutorial sensor de flujo de agua*, s. f.).



Figura 3. Prototipo de Laboratorio Híbrido basado en IoT.

Los datos de la temperatura se utilizaron para conocer la densidad del fluido y, a su vez, su viscosidad. La Tabla 1 muestra los datos que el sensor de temperatura ha registrado en la base de datos en Firebase.

Recipiente A			Recipiente B		
Temperatura (ºC)	**Fecha**	**Hora (24 h)**	**Temperatura (ºC)**	**Fecha**	**Hora (24 h)**
28.12	18/05/2022	09:12:17	29.88	18/05/2022	09:11:35
27.81	18/05/2022	09:40:48	29.5	18/05/2022	10:42:40
27.75	18/05/2022	10:42:53	29.51	18/05/2022	10:42:46
30.88	18/05/2022	16:02:05	29.5	18/05/2022	10:42:53
22.69	20/05/2022	07:45:39	30.12	20/05/2022	07:45:39
26.75	20/05/2022	09:39:58	30.12	20/05/2022	07:45:53
26.5	20/05/2022	10:43:25	21.62	20/05/2022	09:39:58
26.62	20/05/2022	10:50:51	21.56	20/05/2022	09:40:11
25	30/05/2022	09:22:22	26.69	30/05/2022	09:22:22
25	30/05/2022	09:22:56	26.69	30/05/2022	09:22:56
33.25	30/05/2022	10:23:55	27.15	30/05/2022	10:23:55
30.06	30/05/2022	10:29:22	27.38	30/05/2022	10:25:09

Tabla 1. Temperatura del fluido en los recipientes A y B.

Con la ayuda del sensor ultrasónico y de la fórmula del cálculo del volumen de un cilindro, se puede calcular en tiempo real el volumen de los recipientes A y B (*Volumen y*

área de la superficie de un cilindro (video) | Khan Academy, s. f.).

Otra variable considerada fue el caudal y que determina la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto por una unidad de tiempo. La Tabla 2 muestra los valores obtenidos. Como último elemento físico considerado fue la bomba. A través del uso de relevadores tipo SRD-5VDC (*Relay 5VDC SRD-05VDC-SL-C*, s. f.) y de un Arduino UNO, se han enviado valores digitales vía aplicación móvil a la bomba para su encendido y apagado.

Por otro lado, se diseñó y desarrolló una aplicación móvil ofreciendo una interfaz amigable e intuitiva para el usuario. A través de las opciones de la interfaz de la aplicación móvil se podrá manipular los dos modos de funcionamiento del Laboratorio Híbrido, el virtual y remoto. En las Figuras 4, 5 y 6 se muestran algunas pantallas de la aplicación móvil. Por último, en la Figura 7 se muestra el botón de encendido y apagado de la bomba dentro de la aplicación móvil.

Caudal L/m	Fecha	Hora 24 h
0.27	18/05/2022	14:26:06
0.135	18/05/2022	14:31:54
11	18/05/2022	09:12:17
14	18/05/2022	09:40:48
0.27	20/05/2022	10:28:18
0.135	20/05/2022	10:29:32
11	20/05/2022	10:32:21
14	20/05/2022	10:36:14
15.67	30/05/2022	09:22:22
16.02	30/05/2022	09:22:56
21	30/05/2022	10:29:22

Tabla 2. Valores registrados del caudal de succión.



Figura 4. Vista de inicio de la aplicación móvil.



Figura 5. Vista en modo virtual de la aplicación.



Figura 6. Vista en modo remoto de la aplicación.

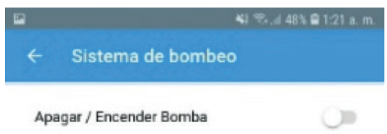


Figura 7. Botón de encendido/apagado de la bomba con un estado actual de apagada.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones ha suscitado numerosos cambios en la sociedad en los últimos años. La comunicación de datos empleando como tecnología de conectividad a Internet, ha evolucionado para proporcionar nuevas formas de interacción a distancia más complejas y útiles. La aplicación de estas tecnologías llega, en mayor o menor medida, en el campo de la educación.

Por lo anterior, el Laboratorio Híbrido basado en Internet de las Cosas gestionado tanto de manera local como remota a través de una aplicación móvil, brindará al estudiante que cursa la asignatura de Mecánica de Fluidos del programa de Ingeniería Mecánica, un escenario real para la gestión de las principales variables que intervienen en el cálculo de la potencia de la bomba de una manera más automatizada y desde cualquier lugar en cualquier momento. Es así como se pretende fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en el entorno educativo público a nivel superior en instituciones que no cuentan con el equipamiento necesario para realizar este tipo de prácticas de laboratorio.

Como trabajo futuro se visualiza la integración de este laboratorio en las aulas de clases de la asignatura de Mecánica de Fluidos para determinar el nivel de aceptación de los estudiantes. Así también, se integrará la Inteligencia Artificial en el laboratorio para realizar un ajuste más fino de las variables que intervienen en el escenario de succión negativa.

REFERENCIAS

Alexiou, A., Bouras, C., & Giannaka, E. (2005). **Virtual Laboratories in Education**. En J.-P. Courtiat, C. Davarakis, & T. Villemur (Eds.), ***Technology Enhanced Learning*** (pp. 19-28). Springer US. https://doi.org/10.1007/0-387-24047-0_2

Arduino Uno Rev3. (s. f.). **Arduino Official Store**. Recuperado 7 de agosto de 2023, de https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3

Balamuralithara, B., & Woods, P. C. (2009). **Virtual laboratories in engineering education: The simulation lab and remote lab**. *Computer Applications in Engineering Education*, *17*(1), 108-118. https://doi.org/10.1002/cae.20186

Firebase Realtime Database | ***Almacena y sincroniza datos en tiempo real***. (s. f.). Firebase. Recuperado 7 de agosto de 2023, de https://firebase.google.com/products/realtime-database?hl=es-419

Hassan, J., Devi, A., & Ray, B. (2022). **Virtual Laboratories in Tertiary Education: Case Study Analysis by Learning Theories**. *Education Sciences*, *12*(8), Article 8. https://doi.org/10.3390/educsci12080554

ISO 9001 Procesos. (s. f.). Recuperado 7 de agosto de 2023, de https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2015/01/iso-9001-procesos/

Ltd, R. P. (s. f.). ***Raspberry Pi***. Raspberry Pi. Recuperado 7 de agosto de 2023, de https://www.raspberrypi.com/

Potencia de una bomba hidráulica. (2023). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Potencia_de_una_bomba_hidr%C3%A1ulica&oldid=152726255

Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). **Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review**. *Computers & Education*, *95*, 309-327. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002

¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)? (s. f.). Recuperado 7 de agosto de 2023, de https://www.oracle.com/mx/internet-of-things/what-is-iot/

¿Qué es la ecuación de Bernoulli? *(Artículo) | Khan Academy*. (s. f.). Recuperado 7 de agosto de 2023, de https://es.khanacademy.org/_render

Relay 5VDC SRD-05VDC-SL-C. (s. f.). Naylamp Mechatronics - Perú. Recuperado 7 de agosto de 2023, de https://naylampmechatronics.com/drivers/263-relay-5vdc-srd-05vdc-sl-c.html

Tutorial de Arduino y sensor ultrasónico HC-SR04. (s. f.). Naylamp Mechatronics - Perú. Recuperado 7 de agosto de 2023, de https://naylampmechatronics.com/blog/10_tutorial-de-arduino-y-sensor-ultrasonico-hc-sr04.html

Tutorial sensor de flujo de agua. (s. f.). Naylamp Mechatronics - Perú. Recuperado 7 de agosto de 2023, de https://naylampmechatronics.com/blog/47_tutorial-sensor-de-flujo-de-agua.html

Tutorial sensor digital de temperatura DS18B20. (s. f.). Naylamp Mechatronics - Perú. Recuperado 7 de agosto de 2023, de https://naylampmechatronics.com/blog/46_tutorial-sensor-digital-de-temperatura-ds18b20.html

Volumen y área de la superficie de un cilindro *(video) | Khan Academy*. (s. f.). Recuperado 7 de agosto de 2023, de https://es.khanacademy.org/_render

CAPÍTULO 5

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MACARRÃO INSTANTÂNEO COM REDUÇÃO DE GORDURAS, A BASE DE PÓ DE FOLHAS DE *MORINGA OLEIFERA*

Data de submissão: 15/09/2023
Data de aceite: 02/10/2023

Guilherme Borges Ferreira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro
Uberaba –MG
http://lattes.cnpq.br/8329046783082718

Danielle Freire Paoloni
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro
Uberaba –MG
https://orcid.org/0009-0002-4799-0104

Elisa Norberto Ferreira Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro
Uberaba –MG
https://orcid.org/0000-0001-5596-8842

Maria de Morais Lima
Universidade Federal do Tocantins
Palmas – TO
https://orcid.org/0000-0001-7865-1792

Estelamar Maria Borges Teixeira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro
Uberaba –Mg
https://orcid.org/0000-0002-4486-8966

Iris Maria de Araújo Lopes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro
Uberlândia –MG
http://lattes.cnpq.br/5203498131427320

Joana D`Arc Das Neves Batista Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro
Uberaba –MG
http://lattes.cnpq.br/1512209481844524

RESUMO: Este trabalho, objetivou-se desenvolver um macarrão instantâneo com baixo teor de gordura trocando o tipo de processamento do macarrão. Ao invés de passar pelo processo de fritura, assá-lo e adicionar na sua composição 10% e 15% de farinha de folhas de *Moringa oleifera* (FMo). Os macarrões instantâneos foram obtidos por processo de laminação, cozimento e desidratado em estufa ventilada. Foram caracterizados quanto à umidade, gordura, proteínas, cinzas e fibras. A composição centesimal mostrou que contém alto teor de cinzas nas formulações 10 e 15% (2, 8% e 3,8%), fibras (0,8% e 1,6%), sendo uma matéria-prima interessante na produção de macarrão instantâneo. Quando adicionado 10% e 15% de FMo à farinha de trigo as propriedades foram alteradas, em razão da diluição do glúten, tornando-o mais fraco, mas com extensibilidade e elasticidade suficiente para a produção de macarrão

instantâneo. A adição de FMo reduziu o teor de gordura ao substituir o processo de fritura por assamento. A adição de FMo diminuiu a firmeza dos macarrões, em decorrência da diluição do glúten. No entanto, os macarrões apresentaram um melhor perfil nutricional, pelo aumento no teor de cinzas, fibra alimentar total e proteínas quando comparados com os macarrões instantâneo vendido no mercado. Já nos resultados das análises microbiológicas para as três formulações (controle, 10% e 15%) foram feitas as análises para *salmonella*, E. coli, coliformes totais e *Staphylococcus aureus*, que apresentaram um alimento rico em fibra. Na análise sensorial foi feito em DBC (deliniamento em bloco casualizado) e teste de Tukey para aparência, cor, aroma, textura e sabor, e resultou que as formulações 10 e 15% não difere entre si.
PALAVRAS-CHAVE: *Moringa oleífera*; macarrão instantâneo; redução de gordura.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF INSTANT NOODLES WITH FAT REDUCTION, MORINGA OLEIFERA LEAF POWDER BASED

ABSTRACT: This work aimed to develop a low-fat instant noodle by changing the type of noodle processing. Instead of going through the frying process, bake it and add 10% and 15% *Moringa oleifera* leaf flour (FMo) to its composition. Instant noodles were obtained by rolling, cooking and dehydrated in a ventilated oven. They were characterized for moisture, fat, protein, ash and fiber. The centesimal composition showed that it contains high ash content in the 10 and 15% formulations (2.8% and 3.8%), fibers (0.8% and 1.6%), being an interesting raw material in the production of instant noodles. When 10% and 15% of FMo were added to wheat flour, the properties were altered, due to the gluten dilution, making it weaker, but with sufficient extensibility and elasticity for the production of instant noodles. The addition of FMo reduced the fat content by replacing the frying process with roasting. The addition of FMo decreased the firmness of the noodles, due to the gluten dilution. However, noodles had a better nutritional profile, due to the increase in ash, total dietary fiber and protein content when compared to instant noodles sold on the market. As for the results of the microbiological analyzes for the three formulations (control, 10% and 15%), analyzes were made for *Salmonella* E. coli, total coliforms and *Staphylococcus aureus*, which presented a food rich in fiber. In the sensory analysis, the analysis of variance and Tukey's test were performed for appearance, color, aroma, texture and flavor, and it resulted that the 10 and 15% formulations did not differ from each other.
KEYWORDS: *Moringa oleífera*; instant noodles; fat reduction.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, várias estratégias tem sido utilizadas para promover o consumo de alimentos saudáveis que ofereçam boas propriedades sensoriais, nutricionais e funcionais (VERAIN *et al*., 2022). Diante disso, os consumidores estão mais informados e exigentes no momento de fazer as escolhas alimentares. Ante tal panorama, a indústria de alimentos vem se preocupando em fabricar alimentos saudáveis que contribuem positivamente para o bem-estar, estado nutricional e saúde dos consumidores, além de atuarem no controle e prevenção de diversas doenças (COELLO *et al*., 2022).

O macarrão é um alimento apreciado no mundo todo, de baixo custo e muito rico em carboidratos. Por conta do elevado teor de carboidratos, possuem alto índice glicêmico (IG) que aumentam diretamente o açúcar no sangue (HO e CHE DAHRI, 2016). Pesquisas recentes apontam que o consumo de alimentos ricos em açúcares contribui para o risco de desenvolvimento de várias doenças crónicas como obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes e câncer (TANGTHANANTORN *et al*., 2021; AMREIN *et al*., 2021). Nesse sentido, a incorporação de compostos bioativos em macarrão poderá fornecer diversos benefícios a saúde do consumidor, além de reduzir o teor de carboidratos.

A *Moringa oleifera* vem despertando interesse de muitos pesquisadores, devido às suas propriedades nutricionais e bioativas. A riqueza de nutrientes contidos na moringa é devido à presença de uma variedade de fitoquímicos essenciais presentes em suas folhas, flores, vagens e sementes (ARORA e ARORA 2021; HEDHILIA *et al*., 2021). Evidências científicas demonstram que as folhas de moringa são constituídas principalmente de polissacarídeos, proteínas, alcalóides, vitaminas e minerais, apresentando assim, 7 vezes mais vitamina C que a laranja, 10 vezes mais vitamina A que a cenoura, 17 vezes mais cálcio que o leite, 9 vezes mais proteína que o iogurte, 15 vezes mais potássio que a banana e 25 vezes mais ferro que o espinafre (GOPALAKRISHNAN *et al*., 2016; ROCKWOOD *et al*., 2013).

Além do valor nutricional, as folhas de moringa também são estudadas como promotores de saúde, uma vez que são utilizadas no tratamento de diversas enfermidades, tais como: asma, hiperglicemia, dislipidemia, gripe, azia, sífilis, malária, pneumonia, diarreia, dores de cabeça, escorbuto, doenças de pele, bronquite, infecções nos olhos e ouvidos, reduz a pressão arterial e colesterol, atua como agente anticancerígeno, antimicrobiano, antioxidante, antidiabético, antiaterosclerótico, e neuroprotetor. (ALQURASHI e ALDOSSARY, 2021; JUNG, 2014; CHOUDHARY *et al*., 2013; ROCKWOOD *et al*., 2013; MBIKAY, 2012; FUGLIE, 2005; IJAROTIMI *et al*., 2013;).

A inclusão de folhas ou sementes de *Moringa oleifera* como componente alimentar está se tornando uma estratégia promissora para aumentar a qualidade nutricional e funcional de vários produtos alimentícios, como, pão, biscoitos, bolos, massas frescas e secas, salgadinhos entre outros (GIUBERTI *et al*., 2021). Os produtos alimentares à base dessas folhas apresentaram mais proteínas, fibras alimentares, outros nutrientes e antioxidantes importantes. Nesse sentido, o desenvolvimento de um macarrão instantâneo com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de folhas de moringa poderá tornar este produto nutricionalmente rico e terapeuticamente ativo.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver um macarrão instantâneo, contendo em sua formulação ingredientes com propriedades funcionais distintas, melhorando sua composição nutricional e que atenda aos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais legais vigentes, bem como as exigências do mercado consumidor quanto à qualidade tecnológica de um produto inovador.

MATERIAIS E MÉTODOS.

Materiais

Os equipamentos, utensílios e ingredientes utilizados na elaboração do macarrão instantâneo com farinha de *Moringa oleifera* estão descritos abaixo. Para o desenvolvimento da massa foram utilizados os seguintes equipamentos e utensílios: balança; cilindro de massas; fogão a gás convencional; desidratador; máquina seladora à vácuo; panela; sal; goma guar; farinha de trigo; farinha de moringa. As folhas de *Moringa oleifera* foram extraídas de árvores plantadas no setor de fruticultura do IFTM, Uberaba.

O presente trabalho foi conduzido na agroindústria no setor de processamento de vegetais e laboratórios de análise de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM, Campus Uberaba – MG, onde foram produzidos os macarrões e realizadas as análises.

Preparo da farinha de folhas de *Moringa oleifera*

As folhas de moringa foram colhidas aleatoriamente pela manhã, selecionadas, higienizadas com água e sabão e com solução de hipoclorito 200 ppm por 15 minutos no laboratório de Análise de Alimentos. O excesso de água foi removido por centrifugação manual, seguido de secagem em estufa com circulação e renovação de ar por aproximadamente 28 horas a 40 °C. Durante todo o processo, o material foi homogeneizado para garantir uniformidade da secagem. Posteriormente, as folhas foram trituradas em liquidificador industrial (Vitalex LI-02). A farinha seca foi embalada a vácuo e armazenada para uso posterior.

Métodos

A realização do projeto teve início após provação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) CAAE nº 62036622.5.0000.5154. Parecer nº5.702.372. O convite para participar da pesquisa foi realizado por meio de e-mail institucional. Os estudantes foram informados sobre os objetivos e a importância do estudo e sobre a participação ser voluntária e anônima, sem recebimento de compensação financeira.

Foi solicitado aos interessados que assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) virtual, composto por uma página de esclarecimento sobre a pesquisa, além da solicitação de autorização para o uso dos dados. Aqueles que estavam de acordo com a pesquisa proposta e assinaram o TCLE.

Processamento das farinhas de *Moringa oleifera*

Foram retirados das folhas de moringa os talos maiores e mais grossos e separados ao desidratá-los e durante a moagem. Sendo também analisados separadamente para verificar sua composição química.

Processamento para obtenção do macarrão instantâneo

Para obtenção dos macarrões instantâneos foi seguido o fluxograma apresentado na Figura 1. O sal e a goma guar foram dissolvidos no extrato de folhas de moringa e misturados com a farinha de trigo e a farinha de folhas de moringa por 15 minutos no misturador, sendo que após a mistura, a massa passou por um descanso de 5 minutos. Após o descanso, a massa foi laminada no cilindro e, uma vez obtida a espessura desejada (1,2 mm), a lâmina da massa passou pelo cortador com largura 0,9 mm para obter o formato tipo talharim. Em seguida, os macarrões passaram para o processo de cozimento, logo, os macarrões foram separados em porções de 50 g em desidratador a temperatura de 50ºC.

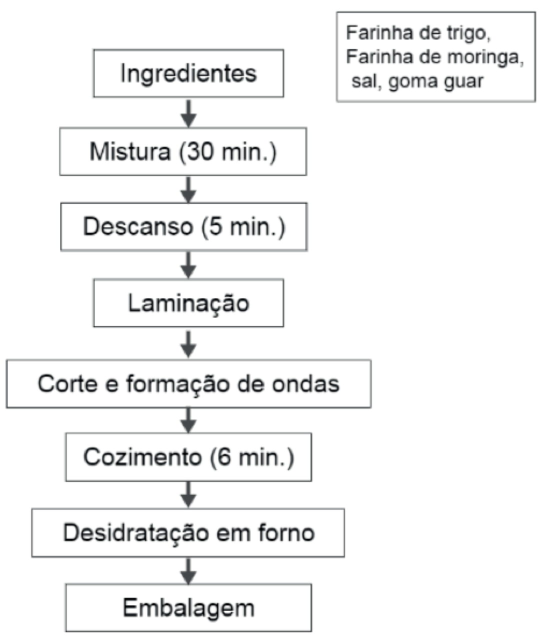


Figura 1. Fluxograma do processo para obtenção de macarrão instantâneo.

Composição química centesimal

A composição química da farinha de folhas de *Moringa oleifera* e das formulações dos macarrões instantâneos foi avaliada de acordo com a metodologia da AOAC (2000). O conteúdo de umidade foi determinado em estufa a 105 ºC até massa constante (método gravimétrico nº 950.46); o teor de proteínas foi determinado através da quantificação

do nitrogênio total da amostra pelo método Kjeldahl usando fator de conversão de 6,25 (método de Kjeldahl nº 928.08); o conteúdo de lipídios foi obtido pelo método de Soxhlet (método de Soxhlet nº 960.39) e o teor de cinzas foi determinado em mufla a 500- 600 ºC (método gravimétrico nº 920.153); o teor de fibra alimentar foi determinada por digestão das amostras (método n° 993.19).Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Determinação de cor

A cor dos macarrões instantâneos foi determinada pelo calorímetro marca Minolta, modelo Chroma Meter CR-3000, sistema L* a *b CIELAB. Os parâmetros de cor, medidos em relação à placa de cor branca, foram: L= luminosidade (0= cor preta a 100= cor branca); a= variando da cor verde ao vermelho (-120 a +120) b= variando da cor azul ao amarelo (-120 a +120).

Teste de cocção

O teste de cocção do macarrão foi feito na agroindústria no setor de processamento de vegetais do IFTM campus Uberaba, com o tempo de cozimento de 4 minutos.

Análise Microbiológica

As análises microbiológicas das amostras foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do IFTM – campus Uberaba MG. Elas seguiram as recomendações da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 331/2019 e Instrução Normativa (IN) 60/2019 (BRASIL, 2019a; BRASIL, 2019b).

Determinação de *salmonella* sp.

O método de análise para detecção de *Salmonella*, define-se apenas como presença ou ausência em 25g de alimento. Com o objetivo de recuperar células injuriadas de microrganismos presentes, dentre elas as Salmonellas, as amostras foram incubadas em caldo não seletivo, por 18 horas a uma temperatura de 35°C em 225 mL de água peptonada tamponada.

Foi repassado 1,0 mL deste caldo para um tubo contendo 10 mL de caldo tetrationato (TT) e outro frasco contendo 10 mL de Selite Cystina Broth (SC) e incubou- se a 35°C por 24 horas. Após este período foi estriado em meio seletivo de ágar Entérico de Hectoen (HE), ágar Xilose Lisina Dexoxicolato (XLD) e ágar Bimuto Sulfito (BS), incubados por 24 horas a 35°C. As colônias suspeitas, foram inoculadas em tubos de ágar inclinado dos meios ágar Triplice Açúcar Ferro (TSI) e ágar Lisina Ferro (LIA), foram utilizados para que ocorra a última seleção, incubados a 35° por 24 horas, para a confirmação de *Salmonella*.

Determinação de *Staphylococcus* coagulase positiva

A análise foi realizada em duplicata, onde uma alíquota de 0,1 mL das diluições 10-1, 10-2 e 10-3 foi inoculada por superfície em placas de Petri contendo Ágar Telurito- Gema de Ovo. Com o auxílio da alça de Drigalsky o inóculo foi cuidadosamente espalhado por toda a superfície do meio até a total absorção. As placas foram incubadas a 37ºC por 48 horas e as Unidades Formadoras de Colônias - UFC (evidenciadas por coloração negra, brilhante, convexa e rodeada por zonas claras de 2 a 5 mm de diâmetro) foram calculadas de acordo com SILVA *et al*. 2007.

Determinação de coliformes totais

A análise presuntiva de coliformes totais é realizada inoculando-se 100 mL da amostra de água em 10 tubos contendo o caldo LST (10 mL da amostra de água em cada tubo) com o auxílio de uma pipeta estéril e próximo à chama do bico de Bunsen. Os tubos devem ser incubados em estufa a 35-37°C por 24 horas. Caso não haja crescimento, deve- se deixar na estufa até completar 48 horas. O crescimento positivo para coliformes totais é evidenciado pela turvação do meio de cultura e pela presença de bolha retida no tubo de Durham (fermentação da lactose com produção de gás). O resultado da contagem de coliformes (NMP/100 mL) é obtido pelo valor na tabela de referência do número mais provável de acordo com o número de tubos positivos no caldo VB (coliformes totais).

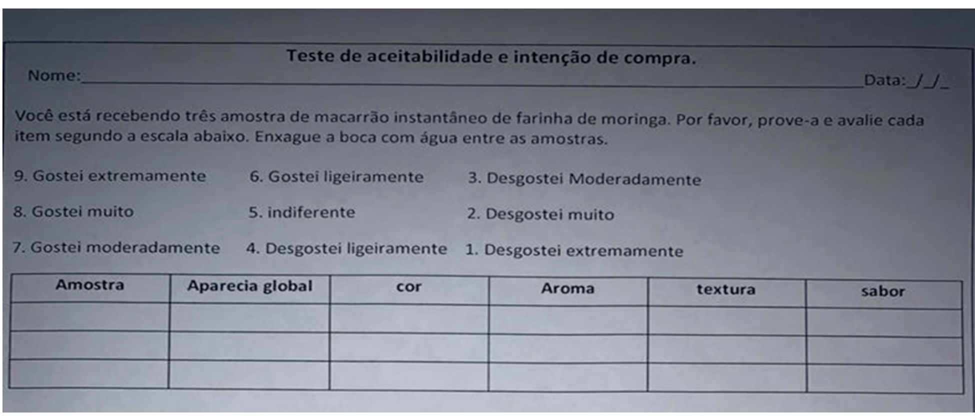
Teste de aceitação sensorial

A análise sensorial do macarrão instantâneo foi realizada após submissão do projeto e a aprovação do Comitê de Ética. Após os resultados da análise microbiológica constatarem a inocuidade do alimento produzido nos três tratamentos, (controle-691, 10%-478, 15%-952) os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do IFTM – campus Uberaba MG, e foi conduzida por delineamento por blocos casualizados, onde foram convidados 109 consumidores - alunos e servidores da própria Instituição, que receberam, de forma monádica, três amostras codificadas aleatoriamente, em embalagens plásticas transparentes e descartáveis, contendo cerca de 25 gramas de macarrão cozido e com molho, em temperatura de aproximadamente 60ºC, um garfo e um copo de plástico descartável com água. (Figura 2).



Figura 2- Amostra servidas aos provadores na análise sensorial.

A aceitabilidade das amostras foi avaliada através de uma escala hedônica de 9 pontos estruturada (figura 3), 1- Desgostei muitíssimo, 2 - Desgostei muito, 3 - Desgostei moderadamente, 4 - Desgostei levemente, 5- Indiferente, 6 - Gostei levemente, 7 - Gostei moderadamente, 8 - Gostei muito e 9 – Gostei muitíssimo, para avaliação dos seguintes atributos: aparência, cor, odor, sabor, textura e impressão global. (MINIM, 2006).



Teste de aceitabilidade e intenção de compra.

Nome:_______________________________________ Data:_/_/_

Você está recebendo três amostra de macarrão instantâneo de farinha de moringa. Por favor, prove-a e avalie cada item segundo a escala abaixo. Enxague a boca com água entre as amostras.

9. Gostei extremamente	6. Gostei ligeiramente	3. Desgostei Moderadamente
8. Gostei muito	5. indiferente	2. Desgostei muito
7. Gostei moderadamente	4. Desgostei ligeiramente	1. Desgostei extremamente

Amostra	Aparecia global	cor	Aroma	textura	sabor

Figura 3 -Ficha de análise sensorial.

Análise estatística

Para as análises físico-químicas, o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos (formulações de macarrão) e 5 repetições. Para as análises sensoriais foi utilizado o delineamento em blocos casualizado, com a participação de 100 provadores. Os resultados foram analisados através da análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para a comparação das médias entre os tratamentos, utilizando-se um nível de significância de 5%. As análises foram realizadas no programa R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise centesimal da farinha de folhas de *Moringa oleifera*

O presente estudo avaliou o valor nutricional de farinha de *Moringa oleifera* com e sem clorofila e verificou-se que a farinha com clorofila tem o valor nutricional menor do que o da farinha sem clorofila. A partir desse resultado optou-se por utilizou a farinha sem despigmentar.

Amostra	Umidade%	Proteína%	Cinzas%	Lipídeos%	Fibras%
Farinha de moringa	7,8	26,8	15,22	4,4	15
Farinha de moringa sem clorofila	10,7	2,4	17,4	2,14	4,3

Tabela 1 – Análise da composição química da *Moringa oleifera.*

Fonte: Dados do autor

Verificou - se que a farinha das folhas possui um teor maior de proteínas (26,8%) do que da farinha despigmentada (2,4%) conforme tabela 1. Esses valores ficaram próximos aos encontrados por Teixeira, 2012 (28,65%) e Gopalan, 1994 (27,02%). As propriedades proteicas das folhas podem variar de acordo com a idade fisiológica e a origem botânica, com teores entre 20 e 25 % da matéria seca (MOURA *et al.*, 2010).

Análise nutricional de macarrão instantâneo adicionado de farinha de *Moringa oleifera*

A tabela 2 mostra a composição nutricional das formulações elaboradas com diferentes concentrações da farinha de folha de moringa (10% e 15%), apresentaram em média o teor de umidade de 9,8%, valor próximo comparado ao estudo de massa alimentícia enriquecida com pó de ora-pro-nóbis (11,89%), elaborado por Ferreira *et al.* 2022. O principal critério de alimento seguro em massas alimentícias secas decorre da verificação do teor de água. A redução em níveis abaixo de 12,5% (m/m) implica em assegurar que o produto esteja microbiologicamente estável para o armazenamento em temperatura ambiente, desde que as condições locais não permitam a absorção de umidade (NASCIMENTO, 2020).

Tratamentos	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cinzas	Fibras	Carboidratos
controle	8,54 [a]	12,95 [a]	0,96 [a]	3,83 [a]	1,61 [a]	72,11[c]
10%	9,52 [a]	12,73 [a]	0,54 [b]	2,85 [b]	0,80 [b]	73,56[b]
15%	10,08 [a]	13,82 [a]	0,19 [c]	1,01 [c]	0,15 [c]	74,75[a]

Tabela 2 - Composição centesimal (teores de proteínas, lipídeos, umidade, cinzas e fibras e carboidratos) de macarrão instantâneo com formulações controle, 10% e 15 % de farinha de folhas de *Moringa oleifera*.

As médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Foi observado que não houve diferenças significativas na composição nutricional das formulações (10 e de 15%). No macarrão instantâneo desenvolvido pelo processamento de assamento ou desidratação observou-se que eles não diferem na quantidade de proteínas de lipídeos, cinzas, fibras e carboidratos. Quando comparado com o macarrão instantâneo comercial verificou-se que as formulações desenvolvidas com pó de moringa (Tabela 2), apresentaram quantidade maior de proteína, quantidade menor de gordura e valor mais alto de carboidrato.

Macarrão - porção de 100g	Proteínas	Lipídeos	Fibras	Carboidratos	Calorias
Macarrão instantâneo industrializado	9,1%	17%	2,4%	53%	432 Kcal
Macarrão10%	12,73 %	0,54%	0,80%	73,56%	349 Kcal
Macarrão15%	13,82 %	0,19%	0,15%	74,75%	356 Kcal

Tabela 3- Composição Nutricional macarrão instantâneo industrializado e macarrão adicionado de *Moringa oleifera* 10 e15%.

Fonte: Dados do autor /Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)

A escolha do método de calor seco sem adição de gordura oferece muitas vantagens em comparação ao método de fritura, uma vez que, é possivel obter um produto com teor reduzidos de gorduras e calorias. Além disso, pode dispensar o uso de antioxidantes que normalmente são utilizados para evitar a oxidação lipídica. Apesar dessas vantagens, esse método não é muito aceito, pois promove o assamento desigual da massa o que afeta diretamente a textura do produto, levando as indústrias optarem pelo método de calor seco com gordura (GULIA *et al.*, 2014).

Ao comparar os macarrões adicionados de pó de moringa ao macarrão instantâneo industrializado observa-se que há diferenças nutricionais entre eles. Os macarrões instantâneos com 10% e 15% de pó de moringa apresentaram respectivamente 0,54% e 0,19% de lipídeos. Enquanto o macarrão instantâneo industrializado apresentou 17% de lipídeo.

Avaliação da cor

A análise de variância dos valores obtidos para cor instrumental, avaliada pela luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) dos macarrões adicionados de farinha de *Moringa oleifera* obtiveram os seguintes valores: luminosidade (L*) da massa controle foi de 53,25 e foi diminuindo à medida que foi acrescentando a farinha de moringa a massa, chegando ao valor de 41,06 para concentração de 10% e 41,09 para concentração de 15% devido a cor verde escuro.

Ao medir a luminosidade (L*) da massa alimentícia adicionada de pó de ora-pro-nóbis, Ferreira *et al.* (2022), encontrou medias de 78,77 para massa do controle e chegou a um valor de 49,58 para formulação de 20%. Nascimento (2020), encontrou médias de 70,24 de L* para a massa controle e 45,36 para concentração de 20% na massa alimentícia enriquecida com pó da moringa. Já Armellini *et al.* (2018), encontraram médias de 79,2 de L* para a massa controle e 63,1 de L* com a incorporação de 0,4% de açafrão.

A tabela abaixo mostra que houve diferença significativa ente controle e as demais formulações, porém, não houve diferença entre as formulações adicionadas de farinha de folhas de *Moringa oleifera*.

Tratamentos	**L***	**a***	**b***
controle	53,25 a	1,49 a	16,20 a
10%	41,06 b	2,36 b	10,14 b
15%	41,90 b	2,49 b	8,740 b

Tabela 4 – Quadro do teste de Colorimetria.

As médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A adição de farinha de moringa proporcionou diferença significativa na cor das massas em relação as coordenadas L*, a* e b*. Para as coordenadas a* os valores das medias foram negativos nas formulações de 10% e 15% de farinha, obtendo uma cor verde escura, sendo assim na adição da farinha de moringa foi favorável para chegar a esse resultado. No entanto já os valores da coordenadas b* as formulações de 10% e 15% de farinha também foram negativos, pois de acordo com os resultados das medias estatísticas os dois tratamentos não se diferem entre si.

Análise Sensorial

A tabela 5 apresenta as médias das notas atribuídas pelos avaliadores para a aceitação sensorial do macarrão em relação aos seguintes atributos: aparência, cor, aroma, sabor e textura.

Atributos	controle	10%	15%
Aparência	7,09a	6,26 b	6,07 b
Cor	7,40 a	6,54 b	6,28 b
Aroma	6,52a	5,99 b	5,95 b
Textura	6,75a	6,06 b	6,05 b
Sabor	7,57a	6,29 b	6,01 b

Tabela 5 -Valores médios dos atributos de qualidade das amostras dos macarrões.

*Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância (p> 0,05).

O macarrão teve boa aceitação em relação a esses atributos. Esses resultados comprovam o potencial da farinha de moringa como substituto parcialmente da farinha de trigo, principalmente o resultado encontrado para textura, atributo que geralmente é bastante afetado pela ausência do glúten. Pode-se observar que a nível de significância 5% o controle difere dos demais, mas os tratamentos 10% e 15% não diferem entre si.

As notas dadas para os atributos de avaliação foram médias entre 5 e 7 contendo alguns aspectos negativos em relação a textura, esses aspectos negativos são facilmente explicados pelo fato da maioria dos macarrões instantâneos utilizarem a fritura como técnica de secagem, e neste trabalho a massa foi assada, requerendo um tempo maior para secagem o que pode ter influenciado nas respostas dos provadores.

Vernaza *et al*. (2011), ao adicionar farinha de banana verde em macarrões instantâneos, constatou que a consistência do macarrão foi alterada por causa da diluição do glúten, ao passo que houve uma diminuição da gordura presente. Já no trabalho desenvolvido por Fogagnoli e Seravalli (2014), que substituiu a farinha branca por farinha de casca de maracujá em massa fresca, a consistência se tornou quebradiça ao ponto de impossibilitá-los a realizar testes de qualidade da massa

Análises Microbiológicas

O macarrão instantâneo desenvolvido no presente estudo foi analisado para observar o atendimento aos padrões sanitários estabelecidos pela Resolução RDC n°12 de 02/01/2001 (BRASIL, 2001), onde determina a pesquisa de coliformes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella* spp. e *Bacillus cereus*, sendo que os resultados obtidos apresentados na Tabela 6. Os dados obtidos revelaram uma satisfatória qualidade sanitária do produto avaliado, uma vez que estão dentro dos limites exigidos pela RDC supracitada.

Tratamentos	Salmonella	E. coli	Ciliformes Totais	Staphylococcus
Controle	Negativo	$<1x10^1$	$<1x10^1$	$<1x10^1$
10%	Negativo	$<1x10^1$	$<1x10^1$	$<1x10^1$
15%	Negativo	$<1x10^1$	$3,0x10^4$	$2X10^3$

Tabela 6 - Caracterização da análise microbiológica dos macarrões.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a adição de pó de folhas de *Moringa oleifera* em macarrões aumentou significativamente o valor nutricional das formulações, principalmente proteínas. Graças ao método de secagem escolhido e ingredientes utilizados, o teor de gordura da massa produzida foi reduzido, o que torna prescíndivel o uso de aditivos como os antioxidantes.

Em relação aos critérios microbiológicos, o macarrão concentrado pode efetivamente reduzir a carga microbiana do *Staphylococcus* coagulase positivo, e o pó da folha de moringa como aditivo natural é um bom substituto. Quanto aos coliformes totais, o pó da folha de moringa não afeta diretamente os resultados, nem afeta a análise de coliformes termotolerantes e *Salmonella* em todos os tratamentos, não foi detectado a presença de nenhum dos dois micro-organismos. Em relação a análise sensorial, o produto agradou a maioria dos provadores que foi um produto relativamente aceito pelo público com as duas formulações (10% e 15%) sem muita diferença significativa, Exceto pela textura. Além disso, entende-se que o produto pode ser comercializado.

REFERENCIAS

ALQURASHI, R. M.; ALDOSSARY, H. M. In vitro antioxidant and antimicrobial activity of *Moringa oleifera* leaf as a natural food preservative in chicken burgers. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. n. p. 450-457, 2021.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed., Washington, 2000.

ARMELLINI, R.; PEINADO, I.; PITTIA, P.; SCAMPICCHIO, M.; HEREDIA, A.; ANDRES, A. Effect of saffron (*Crocus sativus* L.) enrichment on antioxidant and sensorial properties of wheat flour pasta. **Food Chemistry,** v. 254, p. 55–63. 2018.

ARORA, S.; ARORA, S. Nutritional significance & therapeutic potential of *Moringa oleifera*: The wonder plant. **Journal of Food Biochemistry**, v. 45, n.10, p. e13933, 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Resolução- RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. 2019a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Instrução normativa n° 60, de 23 de dezembro de 2019**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União. 2019b.

COELLO, K. E.; FRIAS, J.; MARTÍNEZ-VILLALUENGA, C.; CARTEA, M. E.; VELASCO, P., PENAS, E. Manufacture of healthy snack bars supplemented with moringa sprout powder. **LWT**, v. 154, p. 112828, 2022.

CHOUDHARY, M. K.; BODAKHE, S. H.; GUPTA, S. K. Assessment of the antiulcer potential of *Moringa oleifera* root-bark extract in rats. **Journal of acupuncture and meridian studies**, v. 6, n. 4, p. 214-220, 2013.

FERREIRA, T. H. B.; SILVA, S. R.; MUNHOZ, C. L; ARGANDOÑA, E. J. S. Elaboration of biscuits type cookies with pre-treated baru (*Dipteryx alata* Vog.) pulp flour. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 14, n. 6, p. 3156-3162, 2022.

FUGLIE, L. J. The Moringa Tree: a local solution to malnutrition. **Church World Service in Senegal**, v. 5, p. 75-83, 2005.

FOGAGNOLI, G.; SERAVALLI, E. A. G. Aplicação de farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal of Food Technology,** v. 17, n. 3, p. 204–212, 2014.

GIUBERTI, G.; ROCCHETTI, G.; MONTESANO, D.; LUCINI, L. The potential of *Moringa oleifera* in food formulation: A promising source of functional compounds with health-promoting properties. **Current Opinion in Food Science**, v. 42, p. 257-269, 2021.

GOPALAN, C. **Micronutrient Malnutrition in SAARC**, Boletin del NFI. Índia, 1994.

GOPALAKRISHNAN, L.; DORIYA, K.; KUMAR, D. S. *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. **Food science and human wellness**, v. *5*, n. 2, 49-56, 2016.

GULIA, N.; DHAKA, V.; KHATKAR, B. S. Instant Noodles: Processing, Quality, and Nutritional Aspects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, n. 10, p. 45, 2014.

HEDHILIA, A.; LUBBERS, S.; MAROUN, E. B.; GRIFFONA, F.; AKINYEMIC, B. E.; HUSSON, F.; VALENTIN, D. *Moringa Oleifera* supplemented biscuits: Nutritional values and consumer segmentation. **South African Journal of Botany**, v.138, p. 406-414, 2021.

HO, L. H.; Che D. N. Effect of watermelon rind poder on physicochemical, textural, and sensory properties of wet yellow noodles. **CYTA: Journal of Food**, v. 14 n. 3, p. 1-8, 2016.

IJAROTIMI, O. S.; ADEOTI, O. A.; ARIYO, O. Comparative study on nutrient composition, phytochemical, and functional characteristics of raw, germinated, and fermented *Moringa oleifera* seed flour. **Food science & nutrition**, v. 1, n. 6, p. 452-463, 2013.

JUNG, I. L. Soluble extract from *Moringa oleifera* leaves with a new anticancer activity. **PloS one**, v. 9, n. 4, p. 1-10, 2014.

MBIKAY, M. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: a review. **Frontiers in pharmacology**, v. 3, p. 24, 2012.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: estudo com consumidores**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 225 p. 2006.

NASCIMENTO, L. E. P. Caracterização físico-química do pó de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) e incorporação em massas alimentícias secas. 2020. 80f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2020.

SILVA, E. M. M. Produção de macarrão pré-cozido à base de farinha mista de arroz integral e milho para celíacos utilizando o processo de extrusão. 2007. **Dissertação** (Mestrado de Ciências). Instituto de Tecnologia, Universidade Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

TEIXEIRA, E. M. B. Caracterização química e nutricional da folha de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) 2012. 94 f. **Tese** (Doutorado em Alimentos e Nutrição). Universidade Estadual Paulista. "Júlio de Mesquita Filho". Araraquara. 2012.

VERAIN, M. C.; BOUWMAN, E. P.; GALAMA, J.; REINDERS, M. J. Healthy eating strategies: Individually different or context-dependent? **Appetite**, 168, 105759, 2022.

VERNAZA, M. G.; GULARTE, M. A.; CHANG, Y. K. Adição de farinha de banana verde em macarrão instantâneo: propriedades reológicas e tecnológicas. **Ciênc. agrotec**, v. 35, n. 6, p. 1157–1165, 2011.

DESVENDANDO OS FLUXOS INVISÍVEIS DE SOCIALIZAÇÃO EM GC NO BRASIL: O *EDUROAM* COMO UMA DAS FONTES DE MAPEAMENTO

Data de aceite: 02/10/2023

Hélder Vitorino de Souza
Mestre em Gestão do Conhecimento e da TI/ Rede Nacional de Ensino e Pesquisa(RNP)

Luciano Fernandes da Rocha
Graduado em Ciência da Computação/ Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP)

Wescley Patrick Soares da Silva
Especialista em Segurança / Rede Nacional de Ensino e Pesquisa(RNP)

Jean Carlo Faustino
Doutor em Sociologia/ Rede Nacional de Ensino e Pesquisa(RNP)

RESUMO: O entendimento da importância do conhecimento para a economia já é uma realidade consolidada. No entanto, a busca pelo entendimento de como criar uma ambiência que permita e fomente cada vez mais o crescimento e uso do conhecimento nas organizações é um processo em evolução. Nas instituições de ensino e pesquisa, a busca pelo conhecimento e seu reconhecimento como maior produto e contribuição para a sociedade é inegável. Diante deste cenário, esta pesquisa busca investigar onde e com que intensidade o processo de socialização descrito no modelo SECI tem ocorrido dentro de instituições Brasileiras. Para tanto, utilizaram-se os registros de uso do serviço *eduroam* ao longo de seis meses, processando 1.616.178 registros referentes ao período de 01/01/2016 a 30/06/2016. Utilizou-se a Análise de Redes Sociais para construir representações destas redes complexas, com a qual foi possível apresentar o fluxo e relações geradas pelas interações sociais entre membros das instituições de ensino e pesquisa brasileiras e estrangeiras dentro do Brasil, destacando-se entre elas USP, IFSC, UFRGS, UFSC e UNICAMP. Constatou-se que apenas 5,1% das instituições participantes dos fluxos são brasileiras, sendo o restante da rede constituído por instituições estrangeiras com participação mais intensa de instituições oriundas principalmente de Portugal, Reino Unido, Alemanha, Espanha, Estados Unidos, França e Canadá.

PALAVRAS-CHAVE: Mobilidade. Socialização. Redes sociais. *eduroam*. Conhecimento.

ABSTRACT: Understanding the importance of knowledge to the economy is already a

consolidated reality. However, the search for understanding of how to create an atmosphere that allows and encourages ever more growth and use of knowledge in organizations is an evolving process. In educational institutions and research the search for knowledge and its recognition as a major product and contribution to society is undeniable. In this scenario this research aims to investigate where and to what extent the socialization process described in SECI model has occurred in Brazilian institutions. Therefore, we used the records of use of the service *eduroam* over six months, processing 1,616,178 records for the period from 01/01/2016 to 30/06/2016 and using the Analysis of Social Networks to build representations of these complex networks which it was possible to present the flow and relations generated by social interactions between members of Brazilian and foreign educational and research institutions in Brazil, standing out among them USP, IFSC, UFRGS, UFSC and UNICAMP. It was found that only 5,1% of the participating institutions of the flows are Brazilian, and the rest of the network consisting of foreign institutions with greater involvement of originating institutions mainly from Portugal, UK, Germany, Spain, USA, France and Canada.
KEYWORDS: Mobility. Socialization. Social networks. eduroam. Knowledge.

INTRODUÇÃO

O homem é mais que mão-de-obra. Há pouco mais de cinquenta anos que na teoria econômica o trabalhador deixou de ser compreendido apenas como um mero trabalhador braçal, passando a ser valorizado também pela sua dimensão intelectual, pois seu conhecimento é um fator ainda mais valioso para as organizações. Com esta percepção na década de 1950, surge o entendimento da existência e com ele a importância do trabalhador do conhecimento (Drucker, 1957; Viana & Lima, 2010; Schultz, 1961).

Posteriormente, ele também foi chamado de “analista simbólico”. Sua relevância fundamental para a competitividade das organizações e gestão do conhecimento continuou apoiada na sua capacidade intelectual (Reich, 1997). Na maioria dos textos acadêmicos o mais usado é o termo cunhado por Drucker (1957) “trabalhador do conhecimento”.

Diante deste cenário, Nonaka e Takeuchi (2008) entenderam esta importância e alertaram para a necessidade da criação de processos ligados a gestão do conhecimento com o objetivo de maximizar o uso do conhecimento como diferencial competitivo nas organizações.

Segundo Nonaka e Konno (1998), a chamada “espiral do conhecimento” descrita no modelo SECI, o qual apresentaremos em mais detalhes ao longo deste artigo, é composta por quatro fases chamadas de: Socialização, Externalização, Combinação e Internalização. Dentre estas quatro fases citadas, a fase de socialização tem como um dos seus principais fundamentos a interação direta com o mínimo de mediação entre os indivíduos. Sacerdote (2013) acrescenta que além das interações entre indivíduos, o meio e a cooperação em situações e ambientes promovem novas construções.

Este artigo busca, mesmo que ainda de forma exploratória, identificar e descrever os fluxos de socialização gerados por trabalhadores do conhecimento membros de instituições

de ensino e pesquisa brasileiras e estrangeiras dentro do território brasileiro.

Estes contatos de socialização por sua própria natureza não geram registros, o que traz uma dificuldade a mais para mapeá-las. Atualmente há um esforço na tentativa de realizar este mapeamento por meio da identificação de publicações com coautorias entre pesquisadores que pode ser ou não da mesma instituição. No entanto, se utilizarmos este procedimento estaríamos mapeando de acordo com o modelo SECI a fase de externalização que, apesar de importante, estaria mais próximo do resultado e não a origem da criação do conhecimento.

Diante desta dificuldade e visando contribuir para o entendimento de como este fluxo atualmente se apresenta, utilizaremos este mapeamento de forma indireta por meio dos registros de uso de um serviço chamado *eduroam*.

Este serviço possibilita o acesso seguro a redes *wi-fi*[1] para a comunidade de educação e pesquisa internacional em mais de 60 países. Possui mais de 18.000 pontos de acesso registrados ao redor do mundo, e permite que estudantes, pesquisadores e toda a equipe de instituições participantes do serviço obtenham conectividade a internet dentro de todos os *campi* das instituições que integram a federação *eduroam* de forma praticamente automática. Portanto, não existe a necessidade de qualquer solicitação local na instituição que está sendo visitada (Eduroam, 2016;Eduroam, 2016a; Terena, 2016).

No Brasil o *eduroam* é operado pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), e atualmente dispõe de 1.244 pontos de acesso registrados e distribuídos em mais 71 instituições participantes, dentre elas as principais universidades, Institutos Federais de Educação, ciência e tecnologia e Institutos de Pesquisa (EDUROAM, 2016a; RNP, 2016).

Neste estudo, estamos partindo do pressuposto que nem todas as interações podem gerar publicações conjuntas, dificultando portanto, seu mapeamento. Estas interações geram influencias no nascimento de novas publicações. Estas podem fazer uso de conhecimentos que foram obtidos, provocados ou até mesmo contestados durante o período no qual o pesquisador teve o contato com um novo ambiente e membros de outras instituições. Isto pode ter influenciado tanto a sua pesquisa quanto as dos demais com quem teve contato.

Este contato que ocorre ainda no formato de conhecimento tácito entre pesquisadores está diretamente ligado a fase de socialização descrita no modelo SECI e não pode ser ignorada, pois faz parte da espiral do conhecimento.

Com base nesta perspectiva teórica, a principal questão que orientou a pesquisa foi a seguinte: Seria possível mapear o fluxo de interações físicas entre as instituições de ensino e pesquisa brasileiras? Adicionalmente, seria possível identificar os países de origem dos visitantes oriundos de instituições estrangeiras e com que intensidade tem realizado visitas a instituições brasileiras?

---

1 Wi-fi é uma rede sem fio para acesso a internet, os equipamentos que possuem essa tecnologia podem se conectar entre si em qualquer parte a qualquer momento(WI-FI ALLIANCE, 2016; WIKIPEDIA, 2016).

Para apresentar e analisar estes fluxos utilizaremos a Análise de Redes Sociais (ARS) conforme descrição feita por Nooy, Mrvar e Batagelj (2005).

REFERÊNCIAL TEÓRICO

A Gestão Do Conhecimento

O verdadeiro objetivo da gestão do conhecimento, segundo Fresneda (2007), não diz respeito propriamente à gestão das pessoas, mas sim à facilitação de processos que promovam a criação e o desenvolvimento do conhecimento. Conhecimento este que, na visão de Devenport e Prusak (1998), é algo ao mesmo tempo fluído, estruturado e intuitivo podendo ser entendido como um processo, um ativo ou um bem passível de ser estocado e gerenciado.

A "geração do conhecimento", de acordo com os estes autores, é baseada em característica eminentemente humanas pois são construídos a partir da experiência, crenças e valores, considerando o discernimento, as normas e capacidade de lidar com a complexidade. Logo, o conhecimento é algo inerente às pessoas.

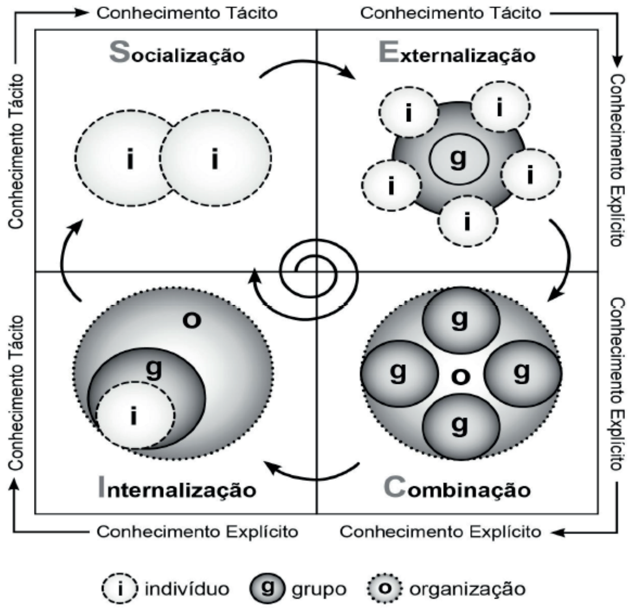
Adicionalmente a esses pressupostos, Nonaka e Takeuchi (2008) distinguem o conhecimento, que eles entendem como "crença verdadeira e justificável", em dois tipos (Nonaka &Takeuchi, 1997):

- **Conhecimento explícito**: tem características formais, pois é sistemático, podendo ser expresso por números e palavras. Portanto, trata-se de conhecimento facilmente comunicado e compartilhado em dados, informações e até mesmo com modelos;
- **Conhecimento tácito:** tem características pessoais, pois é complexo, tem origem na experiência e tem uma dimensão contextual (Nonaka &Takeuchi, 1997).

O Modelo SECI

Os processos dialéticos nas organizações permitem a evolução do conhecimento à medida que surgem posições antagônicas que provocam novas reflexões e consequentemente o surgimento de novos pontos de vista (Nonaka &Takeuchi, 2008).

O modelo SECI explica este fenômeno de forma mais detalhada. A seguir, são apresentados os padrões básicos de criação do conhecimento:



Fonte: Nonaka e Konno (1998, p. 43)

Figura 1 - Modelo SECI da espiral do conhecimento

Neste modelo, o significado de cada uma dessas fases corresponde à:

- **Socialização** - Transferência de conhecimento tácito para conhecimento tácito. Ocorre entre indivíduos que podem adquirir conhecimento através da observação, da imitação, da prática ou da experiência;
- **Externalização** – Transferência de conhecimento tácito para conhecimento explícito. Ocorre entre indivíduos e grupos por meio de metáforas, analogias, conceitos ou modelos, possibilitando a criação de novos conhecimentos explícitos;
- **Combinação** – Transferência de conhecimento explícito para conhecimento explícito. Ocorre na troca ou combinação de conhecimento entre pessoas via documentos, encontros ou na troca de ideias, promovendo a criação de novos conhecimentos que ficam disponíveis de forma explícita;
- **Internalização** – Transferência de conhecimento explícito para conhecimento tácito. É a incorporação do conhecimento disponível, de forma explícita, em qualquer meio em tácito para o indivíduo.

Análise de redes sociais

A Análise de Redes Sociais (ARS) tem contribuído muito para a compreensão do funcionamento da influência social, de grupos sociais, da propagação de doenças, etc. (Newman, 2001) mediante análises que demonstram comportamentos emergentes e pouco

conhecidos (Wasserman & Faust, 1999).

Fazendo uso de grafos (um conjunto de vértices e um conjunto de linhas que interligam pares de vértices) é possível representar as relações entre os atores dentro de um contexto especifico, onde os vértices do grafo representam os atores sociais da rede e as arestas (ligações que conectam os pares de vértices) representam as interações sociais da rede. Essa representação possibilita uma análise com mais clareza de um comportamento emergente e pouco conhecido (Wasserman & Faust, 1999).

METODOLOGIA

Este estudo de natureza exploratória buscou responder a seguinte questão "Seria possível mapear o fluxo de interações físicas entre membros das instituições de ensino e pesquisa brasileiras? Adicionalmente, seria possível identificar os países de origem dos visitantes oriundos de instituições estrangeiras e com que intensidade tem realizado interações com as instituições brasileiras? "

Para tanto, os dados primários foram identificados e obtidos a partir do tratamento dos arquivos de *logs*[2] gerados pelo *eduroam* que registra a mobilidade entre membros de instituições de ensino e pesquisa brasileiras e estrangeiras participantes deste serviço de rede internacional que, no Brasil, é operado pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP).

Com base neste dados, o processamento e análise foram realizadas com base na definição das redes, na forma como elas foram manipuladas, na determinação das suas características estruturais e, finalmente, na inspeção visual a partir dos seus *grafos.* Trata-se, portanto, de uma análise baseada no modelo descrito por Nooy, Mrvar e Batagelj (2005) e Wasserman e Faust (1999).

Buscando uma maior clareza e consequente compreensão das fases realizadas, apresentaremos as duas primeiras fases ainda na seção de metodologia e as duas últimas apenas na seção resultados e discussões.

Definição das redes

As redes utilizadas para este estudo foram geradas por meio do processamento dos arquivos de *logs* que registram a utilização de redes *wifi* seguras que fazem parte do *eduroam*, com enfoque nas ocorrências de membros de uma organização que se encontram presentes em outras organizações. No total, foram processados 1.616.178 registros no período compreendido entre 01/01/2016 e 30/06/2016.

Com o objetivo de preservar a privacidade dos usuários, esta análise considerou apenas os campos: instituição de origem, instituição onde foi utilizado o *eduroam* e a data

2 Informações referentes a ações praticadas por usuários de sistemas de computadores.

de realização do *login*. E, além da exclusão das informações que poderiam identificar o usuário, foram também excluídos registros que correspondiam ao uso do *eduroam* na própria instituição de origem do usuário já que, nesses casos, o uso não refletiria à situação que corresponde ao foco desta pesquisa, ou seja, aquela em que indivíduo está sendo exposto a uma socialização externa.

Ao término do processamento dos registros e tabulação dos dados obtidos, foram gerados dois arquivos:

- **RedeEduroamCompleta.net** – contém a rede sumarizada por instituição. Ele apresenta 1.117 vértices que representam as instituições de origem e destino dos trabalhadores do conhecimento. Destas instituições, 57 são brasileiras e 1.060 são estrangeiras;
- **RedeEduroamPaís.net** – contém a rede sumarizada por país. Ele apresenta 46 vértices que representam países distintos, incluindo o Brasil.

Manipulação das redes

Após a disponibilização das redes, estas foram abertas utilizando o *software gephi* em sua versão 0.9.1. Em seguida, foi realizado o enriquecimento do conjunto de dados tabulados, os *DataSets*[3], adicionando o país de origem de cada instituição acompanhado de um atributo com o valor um para instituições brasileiras e com o valor dois para as estrangeiras.

E, seguindo os pressupostos teóricos de Sacerdote, Sampaio, Gonçalves e Fernandes (2014), foram aplicados alguns filtros. O primeiro desses filtros foi aplicado para restringir à análise ao comportamento das instituições nacionais. E um segundo para se observar apenas o núcleo da rede que tem 15-core.

Em consequência disto, foram definidas quatro redes:

- **R-MUNDIAL** – representa todos os dados oriundos do arquivo **RedeEduroam-Completa.net**, contendo, portanto, instituições brasileiras e estrangeiras;
- **R-BRASILEIRA** – gerada a partir da R-MUNDIAL, com a aplicação do filtro de nacionalidade igual a um contemplando, portanto, apenas as instituições de nacionalidade brasileira;
- **R-15-core** –gerada a partir da R-MUNDIAL, aplicando o filtro de k-core, onde foi definido o parâmetro de 15 indicando, assim, que apenas os vértices que têm o valor do k-core igual a 15 ou superior devem ser exibidos;
- **R-EGO** – representa todos os dados oriundos do arquivo **RedeEduroamPaís.net** contendo, portanto, a indicação de países que tiveram membros de suas instituições visitando instituições brasileiras.

3 É o conjunto de dados normalmente tabulados por individuo (WIKIPÉDIA,2016a).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Determinação das caracteristicas estruturais das redes

Para a análise proposta neste estudo, a determinação das características estruturais das redes foi realizada utilizando-se o *software Gephi.* Através deste software, foram aplicadas as métricas de grau de centralidade, diâmetro, densidade, modularidade, ligação de componentes e coeficiente de clusterização que podem ser melhor visualizadas no quadro a seguir:

DADOS ESTRUTURAIS DAS REDES				
Redes	R-MUNDIAL	R-BRASILEIRA	R-15-CORE	R-EGO
CONTEXTO				
Quantidade de Vértices	1.117	57(5,1%)	38(3,4%)	46
Quantidade de Arestas	3954	502(13,15%)	516 (13,05%)	45
Tipo do Grafo	Dirigido	Dirigido	Dirigido	Dirigido
VISÃO GERAL DA REDE				
Grau Médio	7,08	18,246	27,158	1,957
Grau ponderado médio	1.206,919	14.617,982	21.103,974	11.195,978
Diâmetro da rede	5	4	3	1
Densidade do Grafo	0,003	0,163	0,367	0,022
Modularidade	0,474	0,023	-0,028	0
Comunidades	9	7	4	1
Componentes conectados	1	2	1	1
Componentes fortemente conectados	1068	8	13	46
VISÃO GERAL DOS VÉRTICES				
Coeficiente de *clustering* médio	0,449	0,553	0,505	0
VISÃO GERAL DAS ARESTAS				
Comprimento médio caminho	2,293	2,022	1,473	1

Quadro 1- Dados estruturais das redes

Fonte: próprio autor

Com base neste quadro, pode-se afirmar que a rede **R-MUNDIAL** é composta por 1.117 instituições de ensino e pesquisa, as quais foram mapeadas dentro da amostra estudada. Sua densidade indica que apenas 0,3% das interações de socialização possíveis entre estas instituições estão sendo realizadas sem intermediários, que, por sua vez, está intimamente relacionado com o valor do diâmetro, o qual descreve a necessidade de intermediação em média de cinco outras instituições para que um conhecimento transite

entre as extremidades da rede.

O comprimento médio do caminho indica que a transferência de um conhecimento de uma instituição para qualquer outra da rede requer, em média, a intermediação de 2,293 instituições. Foram identificadas nove comunidades, no entanto todas fazem parte do mesmo componente conectado, o que demonstra que todos os vértices estão, direta ou indiretamente, interligados.

A rede **R-BRASILEIRA** possui 57 instituições, gerando uma densidade de 16,3% das ligações possíveis entre os vértices que compõem esta rede. Seu diâmetro apresenta o valor de 4 saltos, sendo este, portanto, a distância da sua maior extensão. Para que o conhecimento de uma instituição possa ser transferido para qualquer uma outra instituição pertencente a esta rede, é necessária a intermediação de 2,022 outras instituições em média. Sua modularidade é de 0,023, sendo possível identificar 7 comunidades dentro da rede, embora com apenas dois componentes conectados. Este detalhe demonstra que nem todos os vértices estão interligados.

A quase totalidade dos vértices estão conectados entre si, direta ou indiretamente, fazendo parte de um componente gigante.

A rede **R-15-CORE** possui 38 instituições que estão interligadas com no mínimo 15 outras instituições, gerando uma densidade de 36,2% das ligações possíveis entre todos os vértices que compõem esta rede. Seu diâmetro apresenta o valor de 3 saltos necessário para se atravessá-la em sua maior extensão. Para que o conhecimento de uma instituição possa ser transferido para qualquer uma outra instituição pertencente a rede é necessária a intermediação de 1,473 outras instituições. Sua modularidade é de -0,062 sendo possível identificar 4 comunidades dentro da rede, estando estas dentro do mesmo componente gigante conectado. Isto demonstra que todos os vértices estão, direta ou indiretamente, interligados.

A rede **R-EGO** é composta por 46 países, o que influencia diretamente sua densidade, possuindo 2,2% das ligações possíveis entre os vértices que compõem esta rede. Seu diâmetro apresenta valor de apenas 1 salto para atravessar toda a rede em sua maior extensão. Suas características não permitem uma análise da quantidade necessária da intermediação do conhecimento a ser transferido dentro da rede, pois a análise em questão não está considerando a atuação de membros de instituições brasileiras em instituições estrangerias.

Inspeção visual das redes

Para a inspeção visual das redes, realizamos a apresentação por meio de grafo que são representações gráficas das redes com seus atores e características (Nooy, Mrvar & Batagelj, 2005), os quais foram organizados utilizando-se do algoritmo de distribuição *Funchterman Reingold* que apresentou maior clareza na visualização destes.

Os grafos apresentados a seguir representam respectivamente: a rede com todas as instituições (brasileiras ou estrangerias) que tiveram socializações com instituições brasileiras; a rede contendo apenas as socializações realizadas entre as instituições brasileiras; a rede com as instituições que tem 15-core; e a rede de ego das instituições brasileiras.

Para diferenciar os vértices, todos os grafos possuem pigmentações de cor verde, para identificar as instituições brasileiras; e rosa, para identificar as instituições estrangeiras.

A figura 2, a seguir, mostra o *grafo* da rede R-MUNDIAL mencionada anteriormente. Ele contém pontos que representam 1.117 instituições, os quais são interligados por arestas que representam a mobilidade realizadas pelos membros das instituições (brasileiras ou estrangeiras). Uma aresta é gerada toda vez que um usuário membro de uma instituição faz uso do *eduroam* em outra instituição diferente da sua.

Para cada aresta foi calculado o número de recorrências, ou seja, o número de vezes que a relação entre vértices específicos se repetiu, armazenando o que chamamos de peso em cada aresta respectivamente. O peso de cada aresta nos possibilitará diferenciar as relações fracas (com poucas ocorrências de relações entre as instituições) e as fortes (com muitas ocorrências).

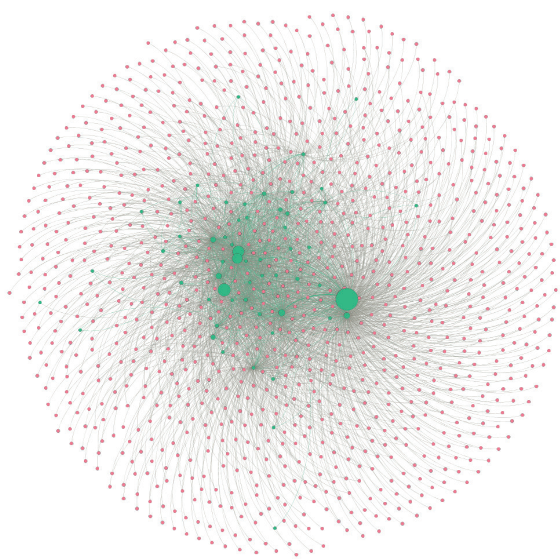


Figura 2 - Rede das instituições brasileiras e estrangeiras

Fonte: próprio auto

A figura 2 contém a representação de todas as instituições envolvidas em nosso estudo fornecendo, portanto, uma visão geral do processo de socialização das instituições

que realizaram interações dentro do Brasil.

O tamanho de cada vértice foi definido a partir do seu grau ponderado de entrada. Desta forma, as instituições que receberam mais visitantes têm seus vértices maiores: quanto maior o vértice, maior o número de visitantes. E, como foi mencionado anteriormente, a cor verde indica que a instituição é brasileira enquanto que a rosa representa as instituições estrangeiras.

Infelizmente, por esta rede conter muitos vértices, a apresentação dos rótulos de cada um deles tornou-se inviável. No entanto, a análise dos dados mostrou que as instituições nacionais se concentraram mais ao centro do grafo tendo poucas instituições nacionais próximas às bordas. Porém, quando isto acontecia, o grau ponderado de entrada era baixo indicando que elas receberam poucas visitas e consequentemente tiveram baixa participação no fluxo de socialização na perspectiva da recepção de visitantes.

Já a figura 3 a seguir, apresenta uma melhor perspectiva para demonstração dos fluxos de socialização nas instituições brasileiras. Esta figura foi obtida pela aplicação de um filtro para suprimir as instituições estrangeiras deixando apenas as instituições brasileiras.

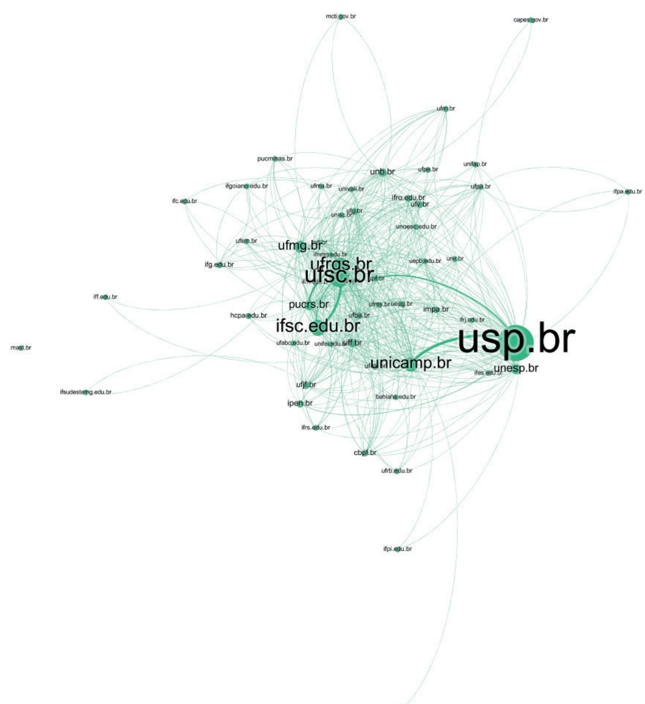


Figura 3 - Rede das instituições brasileiras

Fonte: próprio autor

Nesta figura 3, a posição dos vértices permanece a mesma que a da figura 2 acrescentando-se, no entanto, a identificação dos vértices. Com isso, se pode observar a posição de destaque da Universidade de São Paulo (USP) seguida pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), sendo estas as cinco instituições nacionais com maior fluxo de recebimento de membros.

Destaca-se ainda a presença de algumas arestas que apresentam maior largura demonstrando, assim, a maior intensidade na relação entre algumas dessas instituições como, por exemplo, na relação entre USP e UNICAMP.

A figura 4, a seguir, apresenta a representação gráfica da análise do núcleo da rede mostrando apenas os vértices que são 15-core ou superior. Com base nisto, é possível afirmar que, das 38 instituições que fazem parte desta rede, 27 são brasileiras e 11 são estrangeiras.

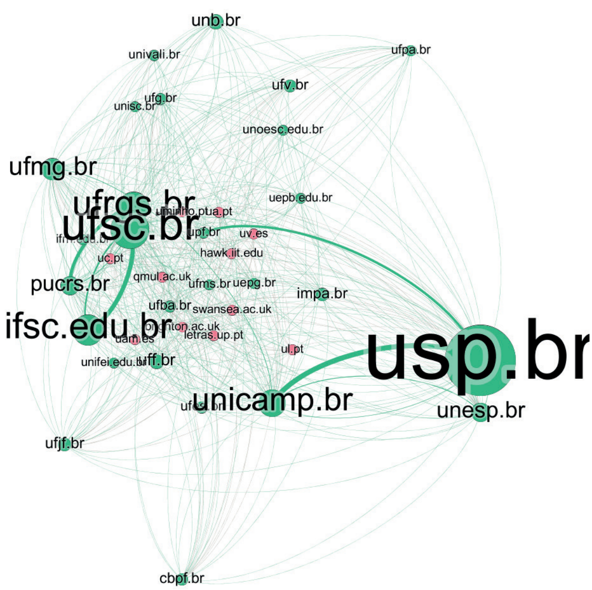


Figura 4 – Rede 15-core das instituições

Fonte: próprio autor

Como pode ser observado nesta figura (4), as instituições que fazem parte do seu núcleo têm um grande número de conexões. Porém, seus destinos não são uniformes havendo ainda uma diferença muito grande de intensidade dos cinco maiores vértices em relação aos demais.

Este grafo destaca a presença das seguintes instituições brasileiras: Universidade de São Paulo (USP), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Além dessas, destaca-se também as seguintes instituições estrangeiras: University of Brighton (grighton.ac.uk), Queen Mary University of London (qmaul.ac.uk), Swansea University Prifysgol Abertawe (swansea.ac.uk), Illinois Institute of Technology (iit.edu), Universidade do Porto (up.pt), Universidade de aveiro (ua.pt), Universidade de Coimbra (uc.pt), Universidade de Lisboa (ul.pt), Universidade do Minho (uminho.pt), Universidad Autônoma de Madrid (uam.es) e Universitat do València (uv.es).

Por último, a figura 5 permite, a exemplo da figura 2, ter uma visão ampla do quadro atual de socialização. Porém, quantitativamente não há muito o que extrair de sua inspeção visual.

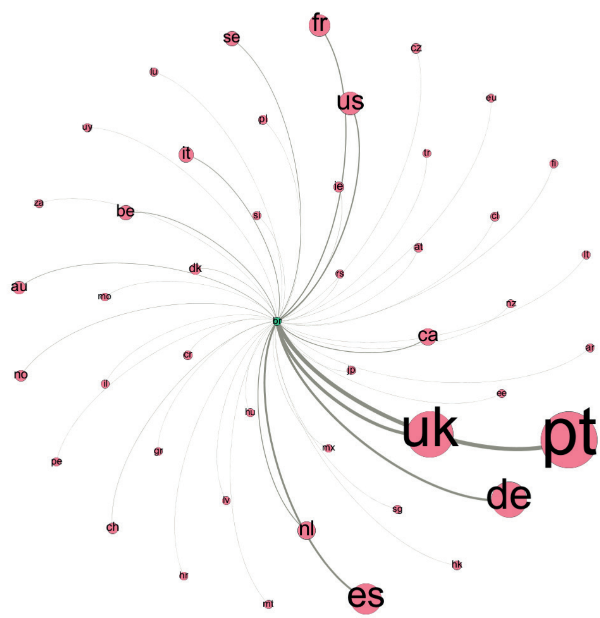


Figura 5 - Rede de ego das instituições brasileiras

Fonte: próprio autor

Diferentemente dos outros *grafos* aqui apresentados, o tamanho de cada vértice utilizou-se do grau ponderado de saída proporcionando, assim, uma visualização destacada dos países que mais enviaram trabalhadores do conhecimento para o Brasil donde se destacam: Portugal, Reino Unido, Alemanha, Espanha, Estados Unidos, França e Canadá.

CONSIDERAÇÔES FINAIS

Ao longo deste estudo, a utilização de dados oriundos dos registros de uso do *eduroam* demonstrou ser uma fonte viável no provimento de informações relativas à mobilidade de trabalhadores do conhecimento ligados a instituições de ensino e pesquisa possibilitando a elaboração, e consequente análises, de arquivos de redes que revelam os relacionamentos entre as instituições que utilizam este serviço de rede internacional.

A utilização da Análise de Redes Sociais (ARS) como método para o mapeamento dos fluxos de socialização, dentro da perspectiva apresentada no modelo SECI também se mostrou viável apresentando, como vimos, a representação das interações entre instituições nacionais e estrangerias a partir do seu registro em território brasileiro.

Nas análises realizadas, a partir dos fluxos obtidos por meio da ARS, destacou-se a predominância da participação de instituições localizadas nas regiões sul e sudeste do Brasil indicando, assim, uma maior intensidade na socialização do conhecimento nesta região. Algumas das instituições desta região (como USP, IFSC, UFRGS, UFSC e UNICAMP) estão, inclusive, fazendo uso intensivo do processo de socialização do conhecimento dentro da perspectiva estudada. Já em outras regiões, a baixa intensidade da interação sugere a existência de oportunidades para maximizar o desenvolvimento deste tipo de interação.

Adicionalmente, ao discutirmos os resultados na rede de ego do Brasil, identificamos a presença predominante de países europeus e norte-americanos além de uma baixa interação com países do continente Africano e Asiático, o que sugere também uma oportunidade de melhoraria da socialização do conhecimento com essas regiões.

REFERÊNCIAS

Conjunto de Dados (2016). Recuperado em 30 junho, 2016, de https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Conjunto_de_dados&oldid=45431016

Devenport, T. H., & Prusak, L.(1998). *Conhecimento Empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual*. Rio de Janeiro: Campus.

Drucker, F. P. (1957). *Landmarks of tomorrow*. New York: Harper.

EDUROAM. What is eduroam? (2016). Recuperado em 19 de junho, de 2016 de https://www.eduroam.org/what-is-eduroam/.

Eduroam. Supporting services (2016). Recuperado em 26 de julho de 2016 de https://monitor.eduroam.org/map_service_loc.php

Fresneda, P. S. V., & Gomçalves, S. M. G. (2007). *A experiência brasileira na formulação de uma proposta de Política de Gestão do Conhecimento para a Administração Pública Federal.* Brasília: Câmara dos Deputados.

Newman, M. E. J. (2001), Who is the best connected scientist? A study of scientific coauthorship networks. *Complex Networks* (pp. 337-370). Michigan: University of Michigan

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1997). *Criação de conhecimento na empresa* (20th ed.). Rio de Janeiro: ELsevier.

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (2008). *Gestão do conhecimento*. Porto Alegre: Bookman.

Nonaka, I., & Konno, N. (1998). The Concept of “Ba”: Building a Foundation for Knowledge Creation. *California Management Review*. 40(3), 40-54.

Nooy, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. (2005). *Exploratory Social Network Analysis with Pajek* (1st ed., p. 333). Cambridge: Cambridge University Press.

RNP. Eduroam(2016). Recuperada em 20 de julho de 2016 em https://www.rnp.br/servicos/servicos-avancados/eduroam

Sacerdote, H. C. S. (2013). *Análise da mediação em educação online sob a ótica da análise de redes sociais: o caso do curso de Especialização em Gestão da Segurança da Informação e Comunicações*. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

Sacerdote, H., Sampaio, R. B., Goncalves, M., & Fernandes, J. H. C. (2014) Utilização de métodos de análise de redes sociais na avaliação das interações sociais em um ambiente virtual de aprendizagem. *Anais do Congresso Brasileiro de Gestão do Conhecimento* (pp. 30-31). Florianópolis, SC, Brasil.

Service Set (Redes 802.11) (2015). Recuperada em 26 de julho de 2016, de https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Service_set_(redes_802.11)&oldid=43709223

Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *The American Economic Review* 51(1), 1-17.

______, T. W. (1961) *O valor econômico da educação*. (2th ed.) Rio de Janeiro: Zahar.

TERENA. Upgraded eduroam website launched (2008). Recuperada em 19 de julho de 2016, de https://www.terena.org/news/fullstory.php?news_id=2249

Viana, G., & Lima, J. F. (2010) Capital Humano e Crescimento Econômico Interações. *Revista Interações*. 11(2), 137-148.

Wasserman, S., & Faust, K. (1999). *Social Networks Analysis: Methods and Applications* (Vol. 8) Cambridge: Cambridge University Press.

Wi-Fi (2016). Recuperada em 26 de julho de 2016 de https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Wi-Fi&oldid=46164235

Wi-Fi Alliance, who-we-are (2016). Recuperada em 26 de julho de 2016 em http://www.wi-fi.org/who-we-are

DIAGNÓSTICOS DAS CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS NA MICRORREGIÃO DE SANTARÉM

Data de submissão: 14/08/2023 *Data de aceite: 02/10/2023*

Andreyna Leite de Almeida
Graduanda em Engenharia Física- UFOPA
Bacharela em Ciências e Tecnologia – UFOPA
Universidade federal do Oeste do Pará - UFOPA - Instituto de Engenharia e Geociências
Santarém – PARÁ
http://lattes.cnpq.br/2526191250951550

Lázaro João Santana da Silva
Mestre em Engenharia Mecânica - UFPA
Universidade federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências
Santarém – PARÁ
http://lattes.cnpq.br/4355951586843473

Manoel Roberval Pimentel dos Santos
Doutor em Física - UFC
Universidade federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências
Santarém – PARÁ
http://lattes.cnpq.br/4389055765529053

RESUMO: O município de Santarém, no estado do Pará, pertence à mesorregião do Baixo Amazonas, possuindo uma área total de 92.474,267 km² sendo o principal centro econômico da Região Oeste do Pará, com população de 331.937 habitantes cujo 78.790 vivem na zona rural (SIIS, 2016). Em 2016 estimava-se que mais de 40% das comunidades rurais do município não eram atendidas pelo programa Luz para Todos, em virtude da incipiente cobertura da energia elétrica na região. A população local procurou meios de fornecimento de energia para as comunidades, buscando aproveitar os recursos naturais localmente disponíveis, visto que a região do planalto santareno detém de uma vasta cobertura de corpos hídricos, principalmente de igarapés com cachoeira e corredeiras que são propícios para o aproveitamento de instalações centrais hidrelétricas. A partir desse potencial, em 2001 foi instalada a primeira picocentral hidrelétrica na região, o sucesso dessa instalação resultou na introdução de 56 picocentrais e microcentrais nos municípios de Santarém, Belterra e Uruará. Buscando solucionar a problemática energética dessas comunidades ruais, a Superintendência Regional do Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA - SR30) e a Prefeitura de Santarém, elaboraram um projeto para atender os assentamentos de reforma agrária na região com a instalação de 06 micro-usinas em 06 locais apropriados no assentamento PA MOJU I e II e no PA CORTA CORDA

para atender 590 famílias dessa região. A vista disso, esse trabalho teve como objetivo averiguar se essas Centrais Geradoras Hidrelétricas são de fato uma solução sustentável para a problemática energética enfrentadas por essas comunidades. Para isso, desenvolveu-se uma pesquisa bibliográfica na literatura e posteriormente pesquisas de campo nos locais de estudos juntamente com coleta de dados dos representantes das comunidades. Com bases nas coletas de dados concluiu-se que os empreendimentos instalados foram uma solução para tal problemática e de maneira sustentável durante o seu funcionamento, porém a maioria deles foram abandonados, por falta da aplicação de um modelo de gestão comunitária, quando da chegada da rede de energia elétrica pelo Programa Luz para Todos, nessas comunidades.
PALAVRAS-CHAVE: Microcentrais; energia; comunidades rurais.

DIAGNOSIS OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS IN THE SANTARÉM MICROREGION, PARÁ

ABSTRACT: The municipality of Santarém, located in the state of Pará, belongs to the Lower Amazon mesoregion, encompassing a total area of 92,474.267 km². It serves as the primary economic nucleus in the Western Region of Pará, with a population of 331,937 inhabitants, of which 78,790 reside in rural areas (SIIS, 2016). By 2016, it was estimated that over 40% of the rural communities within the municipality were excluded from the benefits of the “Luz para Todos”(Light for All) program due to inadequate electricity coverage in the region. In response, the local population sought energy supply alternatives for their communities, endeavoring to harness locally available natural resources. Given the ample coverage of water bodies, particularly streams with waterfalls and rapids, within the Santarém plateau region, it became conducive to exploit the potential for small hydroelectric power plant installations. Capitalizing on this potential, the first micro-hydroelectric power plant was installed in the region in 2001. The success of this installation led to the introduction of 56 micro and small hydroelectric power plants in the municipalities of Santarém, Belterra, and Uruará.

In an effort to address the energy challenges faced by these rural communities, the Regional Superintendency of the National Institute for Colonization and Agrarian Reform (INCRA - SR30) and the Municipality of Santarém formulated a project to cater to agrarian reform settlements in the region. This initiative involved the installation of 06 micro-power plants in six suitable locations within the PA MOJU I and II settlements, as well as in PA CORTA CORDA, aiming to serve 590 families in this region. In view of this, the purpose of this study was to investigate whether these Hydroelectric Power Plants indeed constituted a sustainable solution to the energy challenges experienced by these communities. To achieve this, a bibliographic research was conducted within the literature, followed by on-site field research, in tandem with data collection from community representatives. Drawing from the collected data, it was concluded that the established ventures were a sustainable solution to this quandary and functioned effectively. However, most of them were abandoned due to the absence of a community management model upon the arrival of electrical connectivity through the “Luz para Todos”(Light for All) program in these communities.
KEYWORDS: Micro hydroelectric power plants; energy; rural communities.

INTRODUÇÃO

A energia elétrica, de alguma forma, está presente em toda cadeia de produção, distribuição e uso final de bens e serviços, exceto, em comunidades rurais isoladas da distribuição convencional de energia, as quais estão desassistidas desse benefício energético. Por isso, impõe-se o desafio de estabelecer uma infraestrutura energética capaz de atender toda a nação aliando a tecnologia e a sustentabilidade nos diversos setores da economia, da sociedade e da energia elétrica (POMPERMAYER, 2009).

Segundo o Ministério de Minas e Energia, o Brasil excedeu em março de 2023 a marca de 190,79 gigawatts (GW) da geração elétrica (potência fiscalizada). Desse total, as usinas hidrelétricas de grande porte contribuíram com 53,58%, enquanto as centrais termoelétricas correspondem a 24,7% da capacidade instalada. Por fim, as usinas eólicas foram responsáveis por 13,12% de aumento do grid nacional. De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANNEL), 83,44% da geração de energia elétrica do país é considerável de fontes renováveis (MME, 2023).

Embora a produção e consumo de energia no Brasil esteja crescendo nos últimos anos. Ainda, existe uma parcela significativa da população rural não beneficiada com esse serviço público. Por isso, o governo federal em 2003 lançou o programa Luz para Todos, que através do Ministério de Minas e Energia, estimou para o ano de 2004, cerca de 2 milhões de domicílios rurais que não eram atendidos pela energia elétrica, sendo que a maior parte estava concentrada nas Regiões Norte e Nordeste, correspondendo a 80% do total nacional da exclusão, sendo assim, 10 milhões de brasileiros naquele período viviam no meio rural sem acesso a esse serviço público. Além do déficit de energia elétrica ser exclusivamente das áreas rurais, ele também é desproporcional entre as regiões do país. Dos 5.507 municípios brasileiros, existentes naquele ano, apenas 214 tinham em todos os domicílios, a energia elétrica (GOLDEMBERG, LA ROVERE,2003; COELHO et al., 2003).

O presente artigo tem como objetivo geral constatar se as Centrais Geradoras Hidrelétricas localizadas na microrregião de Santarém são de fato uma solução sustentável para a problemática energética de comunidades rurais da região. Neste sentido, a problemática consiste em mensurar o real impacto socioambiental provenientes dessas instalações na região, uma vez que são dados como: produção e emissão de metano e dióxido de carbono, parâmetros físicos químicos da água do reservatório que até o presente momento não são encontrados na literatura. Apesar dos empreendimentos aparentemente estarem de acordo com a legislação e o projeto de implantação ser avaliado com possibilidade de impacto ambiental praticamente nulo. Contudo, se for levado em consideração a somatória de cada impacto ocasionado por uma mini usina hidrelétrica a somatória dos resultados poderá ser significativa.

Energia elétrica na Amazônia legal

De acordo com o Instituto de Energia e Meio Ambiente, estima-se que em 2018 cerca de 990.103 habitantes não possuíam acesso a energia de elétrica na Amazônia, onde deste 409.593 pertencentes ao estado do Pará (IEMA, 2020 p.24). Em torno de 19% da população que vive em terras Indígenas na Amazônia esteja sem acesso à energia elétrica, 22% vive em Unidades e conservação e para assentamentos rurais essa porcentagem chega a 10%.

Desde o lançamento do programa Luz para todos, em 2003, mais de 3,6 milhões de famílias tiveram acesso ao serviço público de distribuição de energia. O governo federal retomou em agosto de 2023 com uma nova fase do programa, com o objetivo de beneficiar cerca de 500 mil famílias até o ano de 2026, o mesmo visa o atendimento em especial a região norte do país e em regiões remotas da Amazônia legal.

O atendimento destes excluídos, na Amazônia, via extensão de rede raramente é viável, quer seja devido ao custo da linha, em função das grandes distâncias envolvidas, quer seja pelas dificuldades e impacto ambiental para transposição de obstáculos naturais como grandes rios e densas áreas de floresta.

Para tentar romper esses obstáculos, uma vez que, existe a necessidade de oferecer acesso a esses indivíduos que habitam em regiões isoladas na Amazônia, o direito a energia elétrica. O Governo Federal através do Ministério de Minas e Energia MME, procurou avaliar os modelos mais adequados para fornecer esse tipo de serviço, levando em consideração a logística e os possíveis impactos decorrentes ao tipo de empreendimento energético que seria adotado.

Nesse sentido, as tecnologias disponíveis na época, foram fundamentais para se escolher o tipo de empreendimento a ser utilizado, no qual pudesse estabelecer uma infraestrutura energética capaz de atender toda uma demanda, dentre as técnicas desenvolvidas para geração de energia elétrica para comunidades rurais, destaca-se: as pequenas centrais hidrelétricas, eólica e a solar.

O Desenvolvimento Sustentável, ressalta o equilíbrio entre a tecnologia e o meio ambiente, por meio da integração do campo econômico, social e ambiental com o intuito de gerenciar os recursos naturais de forma equilibrada. Entretanto, diversos projetos de desenvolvimento realizados na região amazônica já causaram problemas ambientais, devido ao uso de técnicas ultrapassadas de extração e manejo dos recursos naturais (LIMA et. al., 2012).

É importante ressaltar que, as centrais hidroelétricas são a base da matriz energética nacional e a Amazônia apresenta um enorme potencial hídrico e estratégico para o país. Por essa razão, há grandes e pequenos projetos hidroelétricos instalados e em fase de implantação nessa região, uma vez que, a abundância de bacias hidrográficas representa uma grande reserva para este tipo de aproveitamento energético.

Dentro desse contexto, uma opção para as comunidades rurais isoladas, é o atendimento via geração descentralizada, preferencialmente através de energia renováveis, dentre as quais, as Centrais Geradoras Hidrelétricas CGHs ganharam uma grande importância para a região amazônica pelo fato de suas características se adequarem a esta aplicação (FILHO et al., 2008).

Instalações de microcentrais na mesorregião do baixo Amazonas

A viabilidade de aplicação para o uso de CGHs para a produção de energia elétrica depende do estudo das características apresentadas pelos rios, das condições geológicas, geográficas e culturais da região em que estão inseridas as comunidades rurais. Esse tipo de empreendimento na Amazônia surgiu como uma proposta para solucionar os entraves vivenciados pelos moradores dessas comunidades isoladas, nas quais, algumas delas foram beneficiadas com programa Luz para Todos do Governo Federal através do Ministério de Minas e Energia MME (FILHO et al., 2008).

A alteração na legislação com a aprovação da lei n°13.360, de 17 de novembro de 2016, no que tange as CGHs facilitou o aproveitamento de pequenos potenciais a fio d`água que por sua concepção mais enxuta, impactam menos o ambiente e possibilitam a geração de energia (PIZA et al., 2015). Todavia, como qualquer usina suscita alteração no ambiente e no curso dágua, qualquer que seja o porte necessita de licenciamento ambiental (Licença provisória LP, licença de Instalação LI e licença de operação LO) (MMA-2015). Licenças e outorgas essas que deverão ser concedidas pelos órgãos estaduais ou municipais respectivos.

É importante salientar que, as minicentrais hidrelétricas implementadas pela parceria INCRA SR 30 e prefeitura municipal de Santarém nos assentamentos de reforma agrária do PA Corta Corda e do PA MOJU localizados na Mesorregião do Baixo Amazonas obtiveram autorização ambiental de funcionamento concedida pelo Instituto Sócio Ambiental de Santarém - ISAM a Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento SEMAB para a construção das Minis Usinas Hidrelétricas nas comunidades.

Essa autorização foi concedida com base no relatório apresentado pela empreiteira Indalma, executora do serviço, mediante a descrição do plano de controle ambiental e viabilidade econômica, na qual, relata que os impactos ambientais são praticamente nulos, o que torna o projeto ambientalmente correto, pois os aspectos ecológicos interfere o mínimo possível no ambiente, sendo dessa forma, um empreendimento ecologicamente equilibrado, ou seja, o projeto foi aprovado como economicamente viável, socialmente justo, ambientalmente correto e ecologicamente equilibrado (INCRA; SR(30)/E, 2007).

Vale relembrar que, impacto ambiental, é qualquer alteração significativa no meio ambiente em um ou mais de seus componentes provocada por uma ação humana (Brasil, 1986a). Ou seja, quando dada modificação derivada de interferência do homem resulta em

algum significado para a sociedade, não só em termos de implicações trazidas para o meio ambiente em uma determinada região como também para as funções e interações sociais, o efeito para a caracterizar como um impacto ambiental. Portanto, impacto ambiental seria o efeito ambiental (qualquer alteração resultante de uma ação antrópica) valorado (Brasil, 1986a).

Neste trabalho será apresentado as instalações de microcentrais hidrelétricas feitas em áreas rurais de Santarém e Belterra (PA), analisando se esses empreendimentos foram de fato uma solução sustentável para resolver a problemática enérgica encontrada nessas comunidades.

METODOLOGIA

As percepções desta pesquisa foram trabalhadas com uma abordagem de pesquisa qualitativa. Foi essencial a realização de uma pesquisa bibliográfica para compreender o conhecimento já existente das comunidades e microcentrais estudadas. Também se fez necessário a realização de uma pesquisa considerada qualitativa, onde segundo Creswell (2010), buscando explorar e entender o significado que indivíduos ou conjunto de pessoas atribuem a um problema social. Essa pesquisa também é caracterizada como exploratória, pois explora o problema encontrados pelas comunidades com empreendimento das microcentrais, procurando através de uma investigação profunda esclarece-lo. (FLORES; ROZA; THIEL, 2006).

Cooper e Schindler (2003) definem população como um conjunto de elementos sobre o qual pretende compreender algum fenômeno. No contexto da pesquisa em questão tem-se como população as comunidades que foram contempladas através da iniciativa da Superintendência Regional do Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e a Prefeitura de Santarém.

A coleta de dados foi feita através de pesquisa de campo. Para Barros e Lehfeld (2010, p.105 e 108), a coleta de dados é a fase da pesquisa em que se indaga a realidade e se obtêm informações pela aplicação de técnicas, onde em pesquisa de campo é comum o uso de questionários e entrevistas, essa entrevista pode ser feita individualmente ou em grupo e se torna um instrumento de rico como abordagem preliminar, que visa sondar o objetivo da pesquisa ou do tema da pesquisa em que o pesquisador conseguirá adquirir um conhecimento aprofundado.

CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO

Açaizal do Prata

A comunidade de Açaizal do Prata é pertencente ao município de Belterra, situada à mesorregião Baixo Amazonas e a microrregião de Santarém localizada no Oeste do

Pará, está situada a aproximadamente a 72 Km de Santarém. Seu povoado surgiu através de migração nordestina, mais especificamente de cearenses para o local, os nativos da localização, em menor quantidade, somaram esforços juntos aos recém chegados para então estruturar a comunidade (FILHO, 2013).

A Microcentral Hidrelétrica instalada na região com o projeto realizado pela empresa INDALMA, é integrado por 02 turbinas, procedendo com queda d’água de 6 m de altura e gerando potência total de 80 kVA. A energia é distribuída através da gestão dos próprios moradores da comunidade.

Segundo os moradores, a microcentral foi instalada no ano de 2001, através de recurso próprio dos comunitários. Nos primórdios, 50 comunitários se reuniram com uma quantia de R$ 200,00 para cada sócio. Além disso, a comunidade também contou com uma quantia gerada através de empréstimo ao Banco da Amazônia. Após a arrecadação iniciou-se a instalação da barragem (nome utilizado aos moradores para se referir a microcentral).

A medição de energia consumida por cada família se dá por um relógio medidor, e o valor de pagamento é dado conforme seu consumo, onde cada família sócio fundadora tem concessão a um bônus de 50kWh para consumo, pagando um custo de R$ 0,30 por kWh consumidos transcendentes a esse bônus.

Com a chegada de energia elétrica da concessionária na comunidade, alguns moradores passaram a usar a distribuição de energia com as duas redes atuando em conjunto. Com isso, algumas casas usavam uma chave para assim ter o controle de qual rede pretende usar naquele momento, já algumas famílias preferiam usar as redes em produtos isolados, por exemplo, usando a geladeira, televisão e ventilador conectados a energia da barragem e os demais aparelhos eletrodomésticos conectados a energia fornecida pela microcentral.



Imagem 01: Chave reversora.

Fonte: Autor (2022).

A comunidade conta com uma casa de farinha da cooperativa CCAMPO que utilizava a energia elétrica fornecida pela MCH que por conta da mesma tiveram que obter de uma rede trifásica para ser suficiente para a demanda. A cooperativa conta com 180 funcionários, produzindo cerca de 30 sacos de farinha diariamente, atendendo oitos municípios que são eles Juruti, Óbidos, Monte Alegre, Alenquer, Itaituba, Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos.

Cachoeira do Aruã

Segundo os moradores dessa comunidade de estudo, a comunidade surgiu por conta de conflitos que haviam na região, algumas pessoas então em busca de um lugar para refugiassem desses conflitos migraram para a região onde hoje é conhecida como cachoeira do Aruã.

A comunidade não conta com o serviço de energia da concessionária da região, por conta disso supria sua necessidade de energia elétrica através de um gerador a diesel que era ligado apenas quando tinha combustível e atendia aproximadamente dez casas. Visto isso, em novembro de 2005, foi instalada a microcentral da região através de recurso público de iniciativa INCRA e Prefeitura de Santarém, beneficiando 25 famílias. Os serviços de instalação foram feitos exclusivamente pela empresa Industria Comércio de Máquinas e Equipamentos (INDALMA). A MCH contava com uma potência de 60 KVA para atender 100 famílias da comunidade, pois com a chegada de energia na região muitas famílias que antes residiam outros locais começaram a migrar para a região. Em 2016 a MCH contou com uma ampliação custeada pela Secretaria Municipal de Agricultura e Pesca (SEMAP) passando a produzir uma potência de 80KVA, atendendo 130 famílias.



Imagem 02: Placa de identificação da MCH da comunidade.

Fonte: Autor (2022).

A comunidade atualmente tem o total de 140 famílias, com isso a capacidade atual da MCH não é suficiente para atender a comunidade e outras comunidades da região que também são abastecidas de energia elétrica através das cachoeiras e instalações no local. A rede de distribuição de energia conta com 3 Km, com seu tipo de distribuição trifásico e não chegam em todos os pontos da comunidade. A quantidade de kWh consumida por casa é dada através de um relógio medidor de energia. Onde apenas 70% da comunidade contam com o acesso ao contador, os 30% pagam uma taxa fixa mensal. O último reajuste de preço ocorreu em agosto de 2021.

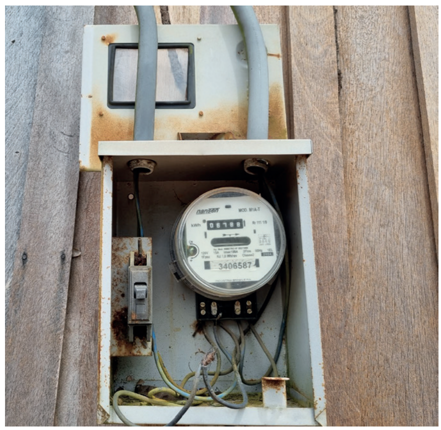


Imagem 03: Relógio medidor de energia de Cachoeira do Aruã.

Fonte: Autor (2022).

São João

A comunidade de São João se encontra a 124 km de Santarém. Os moradores dessa comunidade não sabem ao certo em que ano a microcentral foi instalada, porem sabe-se que a mesma forneceu energia elétrica durante aproximadamente oito anos aos comunitários. Antes do empreendimento sustentável a comunidade não era favorecida com energia e apenas poucas moradias contavam com motores a diesel.

A rede de distribuição de energia do tipo trifásica atendia todos os pontos de moradia da comunidade, onde os mesmos pagavam uma taxa fixa de R$ 10,00 mensais. A microcentral contava com quatro turbinas e um gerador.



Imagem 04: Casa de máquinas na comunidade de São João (atualmente).

Fonte: Autor (2022).

Piranha

O projeto inicial da microcentral na comunidade de Piranha do assentamento PA MOJU, segundo moradores, era atender em média 300 famílias, com 61 km de rede. A MCH contava com o projeto de instalação de seis turbinas, contudo apenas quatro foram instaladas. A mesma também era responsável por atender as comunidades de Piraninha, Nova Vitória e Mojuí, comunidades próximas a comunidade polo de Piranha.

A instalação foi feita exclusivamente de empresa privada, INDALMA, e não obteve de ajuda dos comunitários, segundo relato dos moradores. A energia fornecida era suficiente para atender todos os comunitários beneficiados, onde os mesmos pagavam uma taxa fixa de R$ 20,00 por família mensalmente, nessa comunidade apenas uma pessoa era responsável pela manutenção de microcentral.

RESULTADOS E DISCURSÕES

Após pesquisas bibliográficas e estudo de campo, verificou-se que os empreendimentos de fato foram uma solução energética e de forma sustentável para as comunidades ruais em questão. Com a instalação dessas MCHs, o êxodo rural diminuiu de forma considerável, além disso é possível retratar a melhora econômica notável que as comunidades obtiveram. Um exemplo disso é a Comunidade de Cachoeira do Aruã, que com a chegada da MCH na comunidade houve o surgimento de empreendedorismo no local, como por exemplo pousadas, supermercados e padarias, onde os mesmos são atendidos pela microcentral. A escola também conta com o abastecimento de energia proveniente da Microcentral Hidrelétrica. Entretanto, o posto de saúde é abastecido proveniente através de

módulos solares fotovoltaicos. Esses empreendimentos e algumas casas da comunidade contam com o acesso à internet particular, muitas vezes sendo compartilhadas para casas vizinhas por um valor estipulados por eles.

A mesma conta com empreendedorismo turístico como bares, restaurantes, pousadas e balneários, bastante visitados na região. Também contam com atividades turísticas como trilhas pela fauna e flora e passeios fluviais. A época de maior visitação de turistas ocorre no Verão amazônico devido a melhor visibilidade das cachoeiras presentes na região.

Pode-se destacar a comunidade de Açaizal do Prata, que apesar de ter suas instalações feitas de recursos próprios da comunidade é considerada atualmente como uma das comunidades mais desenvolvidas da região. Atualmente, o empreendimento sustentável da comunidade está sem uso devido à alguns desafios que os moradores encontraram. Nos últimos anos a gestão não tem feito reuniões regulares ou até mesmo o monitoramento da MCH. A consequência dessa falha de gestão fez com que a tubulação dos dutos apresentasse perfurações e a água atingiu o gerador fazendo com que o excesso de água o danifica-se.

Segundo relatos de moradores da comunidade de São João, a energia fornecida pela MCH era suficiente para atender a demanda da comunidade e a mesma foi essencial na contribuição da economia local onde conta com a agricultura como a principal fonte de renda. Atualmente, a microcentral de São João se encontra desativada por cerca de três anos, desde que a concessionaria de energia chegou à região. Os moradores alegam que a quantidade recardada por mês não era o suficiente para cobrir a demanda de gastos que a microcentral necessitava.

A Micro Central Geradora da comunidade de Piranha, encontra-se sem funcionalidade, segundo moradores a mesma foi desativada logo após a chegada da energia da concessionária na região.

A inicialização da rede de energia elétrica do programa luz para todos foram um dos principais pilares para o abono das microcentrais, os moradores passaram a migrar para a rede de distribuição da concessionária. Para os comunitários essa rede passaria a ser uma forma mais viável já que a mesma não precisaria de um modelo de gestão e manutenção dos mesmo para o seu funcionamento. A migração dos moradores levou as MCHs a ficarem em desuso até serem completamente abandonas pelos moradores e prefeitura local.

Vale ressaltar que um dos principais pilares para o uso a longo prazo de uma mcrocentral hidrelétrica é uma gestão capacitada para liderar os moradores e a manutenção da mesma. Deve destacar que os comunitários não tiveram nenhum curso de capacitação de gestão ou ate mesmo curso de capacitação para a manutenção das máquinas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais dificuldade encontradas pelos comunitários que levou a desativação das microcentrais foi a falta de capacitação pra a realização de manutenção preventiva das máquinas do empreendimento, já que tal infraestrutura até então era desconhecida por eles. Contudo, fazia-se necessário o princípio de um modelo de gestão capacitado para o levantamento de recursos para tais manutenções e demais gastos das MCHs. Além disso, a chegada de energia da concessionária com o Programa Luz para Todos acelerou a desativação do recurso de energia já obtidos nas comunidades.

Com isso, considerando o progresso da tecnologia, a importância do estudo de Centrais Geradoras Hidrelétricas é legitimada. Com o presente trabalho espera-se contribuir para o entendimento da importância desse tipo de empreendimento para comunidades isoladas que não foram contempladas com o programa de energia da concessionária tradicional.

REFERÊNCIAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. ISSO 14001: **sistema de gestão ambiental requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2004.

BARROS, A.J.S.; LEHFELD, N.A.S**. Fundamentos de metodologia científica**. 3ª Edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. p.105.

BRASIL ultrapassa os 190 GW em capacidade de geração de energia elétrica. **Gov.br**, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/brasil-ultrapassa-os-190-gw-em-capacidade-de-geracao-de-energia-eletrica. Acesso em 09 de agos. de 2023.

BRASIL**. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 1**, de 23 de janeiro de 1986. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 1986a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/reso186.html >. Acesso em 13 agos.2022.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**; tradução Magda Lopes. 3 ed. Porto Alegre: ARTMED, 296 páginas, 2010.

Cruz, R. W. (2005). **Micro-geração de eletricidade em pequenas comunidades isoladas da Amazônia com grupos-geradores hidrocinéticos e grupo dieselelétrico**. PCH Notícias SHP News.

ELS, R. H. VAN; CESAR, A.; BRASIL, P.; et al**. Eletrificação rural em Santarém: contribuição das microcentrais hidrelétricas**. Revista Brasileira de Energia, v. 16, n. 2, p. 3546, 2010.

FILHO, G. L. T.; JÚNIOR, Â. S.; JÚNIOR, A. B.; et al. **Pequenos Aproveitamentos Hidroelétricos Soluções Energéticas para a Amazônia: Soluções energéticas para a Amazônia**. 1a ed. ed., p.216, 2008. Brasília, Ministério de Minas e Energia.

FLORES, M. L.; ROZA, R.J. da; THIEL, A. A. História dos celulares. In**: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA INTERDISCIPLINAR**, 1., 2006, Camboriu. Anais. Camboriú: UFSC/CAC, 2006. Disponível em: < http://www.cac.ufsc.br/micti/anais/autores.html >.

GOLDEMBERG, José; VILLANUEVA, Luz Dondero. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003. p.226.

GOVERNO retoma luz para todos e interliga municípios do Norte ao sistema elétrico. **Governo Federal**, 2023. Acesso emhttps://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2023/08/governo-retoma-luz-para-todos-e-interliga-municipios-do-norte-ao-sistema-eletrico. Acesso em 09 de agos. de 2023.

UM milhão estão sem energia elétrica na Amazônia, mostra IEMA. **Instituto de Energia e Meio Ambiente IEMA**, 2019. Disponível em: https://energiaeambiente.org.br/um-milhao-estao-sem-energia-eletrica-na-amazonia-20191125. Acesso em 09 de agos. de 2023.

INCRA, I. N. DE C. E R. A.-; SR (30) /E, S. R. DE S.-. **Reconstituição do processo n° 54105.000495/2005-41.**, 2007. Santarém,PA.

LEITE, C.C.; SOUSA, V. **Exclusão elétrica na Amazônia legal: Quem ainda está sem acessi à energia elétrica?.** São Paulo, outubro de 2020.

LIMA, S.R.M.; BLANCO, C.J.C; FERNANDES, L.L. PINHO, J.T. **Uma revisão sobre energia renovável e alternativa como fonte para projetos sustentáveis na Amazônia. IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferência Latino-Americana da ISES** São Paulo, 18 a 21 de setembro de 2012.

PIZA, M.W.T; BUENO, O.C; PIZA, F.J.T**. Lei 13.097/2015: sua implicação na gestão dos pequenos potenciais hidrelétricos**. 4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu 7 a 9 de outubro de 2015, Botucatu São Paulo, Brasil.

PLANALTO, P. DA R.-. **Prorrogado até 2018, Luz para Todos deve beneficiar mais um milhão de brasileiros, 2015. Portal Planalto**. Publicado em 26 de mai de 2015 às 15h02. Acesso em: 14 de agos de 2022. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/noticias/2015/05/prorrogado-ate-2018-luz-para-todosdeve-beneficiar-mais-um-milhao-de-brasileiros>.

POMPERMAYER, M**. Desafios e perspectivas para inovação tecnológica no setor de energia elétrica**. Revista Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL - P&D, v. n°3 junho, n. 19819803, p. 11, 2009.

Souza, L. R., Cunha, A. C., Júnior, A. C., & Pinheiro, L. A. **Estudo de campo de isovelocidades para avaliação do posicionamento de turbinas hidrocinéticas no rio Maracá-AP**, 2011.

CAPÍTULO 8

ESTUDO DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS POR MEIO DE VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL

Data de aceite: 02/10/2023

Maria Eduarda Silva Castro
Patrocínio – Minas Gerais
https://lattes.cnpq.br/9966139927603350

Halyne Silva Borges
Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Patrocínio
Patrocínio – Minas Gerais
https://lattes.cnpq.br/2763504129786617

RESUMO: Este trabalho consiste na investigação experimental de fenômenos ondulatórios por meio de aparatos desenvolvidos com tecnologias que permitem um maior aprofundamento nos conceitos estudados nas aulas de física. Dentre as atividades desenvolvidas, incluem-se desde a montagem dos experimentos, coleta e análise de dados até a preparação de materiais didáticos, bem como a elaboração de roteiros das práticas. Os fenômenos estudados são investigados por meio de três experimentos: a determinação de grandezas físicas do movimento harmônico simples em um sistema massa-mola, a medição da velocidade do som utilizando um multicronômetro com tratamento de dados, e a análise da refração de uma onda bidimensional em uma superfície líquida. Como instrumento de ensino, esses experimentos foram aplicados aos estudantes do 2º ano do ensino médio do IFTM Campus Patrocínio, com o objetivo de desenvolver suas habilidades práticas no laboratório. Para a execução, utilizou-se um conjunto de experimentos diversos e equipamentos de alta qualidade e precisão. Esses aparatos foram desenvolvidos pela empresa CIDEPE – Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa. Juntamente com os equipamentos, a CIDEPE fornece livros de atividades experimentais contendo o manual de usuário de cada um deles, utilizados durante cada experimentação. A análise e estudo dos dados obtidos em cada experimento permitem explorar e relacionar os conceitos físicos estudados na área de ondulatória, bem como analisar o impacto da instrumentação no ensino de física.

PALAVRAS-CHAVE: Experimentos; Ondulatória; Física.

STUDY OF WAVE PHENOMENA THROUGH EXPERIMENTAL VERIFICATION

ABSTRACT: This work consists of the experimental investigation of wave

phenomena through apparatus developed using technologies that enhance the relevance of the concepts studied in physics classes. The activities ranged from setting up experiments, collecting and analyzing data, to preparing teaching materials and practical guidelines. The phenomena are explored through three experiments: determining physical quantities in simple harmonic motion within a mass-spring system, measuring sound velocity using a multi-timer with data processing, and analyzing the refraction of a two-dimensional wave on a liquid surface. As teaching tools, these experiments were conducted with 2nd-year high school students at IFTM Campus Patrocinio to foster practical skills in the laboratory. The execution of these experiments involved a set of diverse equipment known for their high quality and precision, developed by the company CIDEPE - Industrial Center for Teaching and Research Equipment. Alongside the equipment, CIDEPE provides experimental activity books containing user manuals for each apparatus used during each experiment. The analysis and study of data obtained from each experiment allow for the exploration and correlation of the physical concepts studied in the field of wave physics, as well as an examination of the impact of instrumentation on physics education.
KEYWORDS: Experiments; Wave; Physics.

INTRODUÇÃO

O método experimental pode ser definido como o estudo de um fenômeno provocado artificialmente com a finalidade de verificar ou eliminar uma hipótese (SANTOS, PARRA FILHO, 2017). Nesse sentido, a experimentação se constitui como etapa imprescindível na produção do conhecimento científico, em especial, no campo da física.

Para além disso, as práticas experimentais permitem que o estudante atue como protagonista no processo de aprendizagem (SCHWANKE, 2008). Isso se deve ao fato de que a reformulação do modelo de aprendizagem, pela implementação das atividades práticas enquanto elemento complementar à metodologia tradicional de ensino, desperta a curiosidade dos alunos pela ciência e contribui para a construção do pensamento científico, uma vez que estão em contato com o método científico e trabalhando com a resolução de problemas com dados providos pela realidade.

Nesse contexto, este artigo busca divulgar resultados de três experimentos de física que abordam fenômenos ondulatórios, sendo estes: determinação de grandezas físicas (período, frequência e velocidade) do movimento harmônico simples em um sistema massa e mola helicoidal; medida da velocidade do som através de um multicronômetro com tratamento e rolagem de dados; e análise da refração de uma onda bidimensional em uma superfície líquida. Outrossim, foi analisada a contribuição destas práticas experimentais para a aprendizagem dos alunos do 2º ano do ensino médio do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Patrocínio, uma vez que conteúdos de ondulatória estão previstos na unidade curricular de física dessa série.

METODOLOGIA

A execução se deu mediante a análise bibliográfica de livros didáticos de física que compreendem os conceitos envolvidos e manuais do usuário contidos nos equipamentos, os quais foram fornecidos pelo Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa (CIDEPE). Isso viabilizou a montagem de cada equipamento para a realização de medidas, análise de dados, observações e escrita de relatórios.

Os experimentos montados e analisados foram: 1) determinação de grandezas físicas (período, frequência e velocidade) do movimento harmônico simples em um sistema massa e mola helicoidal; 2) medida da velocidade do som através de um multicronômetro com tratamento e rolagem de dados e 3) análise da refração de uma onda bidimensional em uma superfície líquida. Em cada um deles, relacionou-se conceitos teóricos previamente estudados à equações para a obtenção de grandezas físicas como o período e frequência da oscilação (experimentos 1), intensidade da fonte sonora e velocidade da onda (experimento 2) e índice de refração (experimento 3). A coleta de dados do experimento 1, bem como a variação da posição do corpo dentro do intervalo analisado, foi realizada por intermédio do software "Cidepe Lab V6", projetado pela empresa concedente dos equipamentos. Já no experimento 2, as ondas sonoras eram transmitidas via bluetooth para o aplicativo "Cidepe Multi_Cronometro", o qual determinava a velocidade do som.

Por fim, os experimentos foram implementados em atividades práticas para alunos do segundo ano do ensino médio e foi realizada uma análise de suas contribuições para o aprendizado através da aplicação de formulários para os discentes, que forneceram informações quantitativas e qualitativas.

RESULTADOS

Experimento 1: Movimento harmônico simples

Objetivo: determinação de grandezas físicas (período, frequência e velocidade) do movimento harmônico simples em um sistema massa e mola helicoidal. A montagem desse experimento ocorre mediante os itens dispostos conforme ilustra a imagem abaixo:

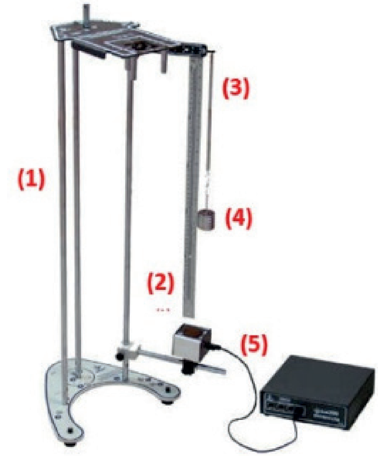


Figura 1: Conjunto do experimento 1 (MHS) - Elementos contidos no conjunto: (1) Conjunto de suporte com tripé, haste e anteparo; (2) Régua metálica 0 a 500 mm; (3) Mola; (4) Massa cilíndrica acoplável; (5) Sensor de posição ultrassônico. (Fonte: estúdios Cidepe Digital)

Inicialmente, calcula-se a massa do corpo acoplado através de um dinamômetro ou balança. A partir disso, determina-se a constante elástica (*k*) da mola (a força que é necessária para fazer com que ela sofra uma deformação) pela fórmula $k = \frac{P}{\Delta x}$, em que (*P*) é a força peso (encontrada através da multiplicação da massa pela gravidade) e (Δx) a variação do comprimento da mola (dada pela diferença entre o comprimento inicial e final, após a deformação).

Ao acoplar uma determinada massa na mola, o sistema é colocado para oscilar com uma pequena amplitude, distendendo a mola 50mm. As oscilações são então reconhecidas pelo sensor e interpretadas com o auxílio do software “Cidepe Lab V6”. Por meio do sensor ultrassônico, o software fornece algumas ferramentas que possibilitam a descrição completa do movimento da massa oscilante. Durante o experimento é possível analisar o movimento do corpo em determinado intervalo por meio da ferramenta “osciloscópio”, que fornece seu deslocamento vertical como função do tempo. Além disso, com a apropriada configuração do programa executado durante a oscilação, o software armazena em uma tabela o deslocamento do bloco oscilante como função do tempo, permitido representar tais grandezas através de gráficos.

Utilizando 4 configurações, ou seja, variando as massas (*m*) e molas com diferentes constantes elásticas (*k*), obtém-se o gráfico com o deslocamento da posição do sistema oscilante (y) em função do tempo (t). A seguir, na figura 2, estão dispostos os gráficos dos sistemas com quatro configurações diferentes (a) *m* = 0,25kg e *k* = 16N/m; (b) *m* = 0,25kg e *k* = 37N/m; (c) *m* = 0,1kg e *k* = 3N/m; (d) *m* = 0,05kg e *k* = 1,5N/m.

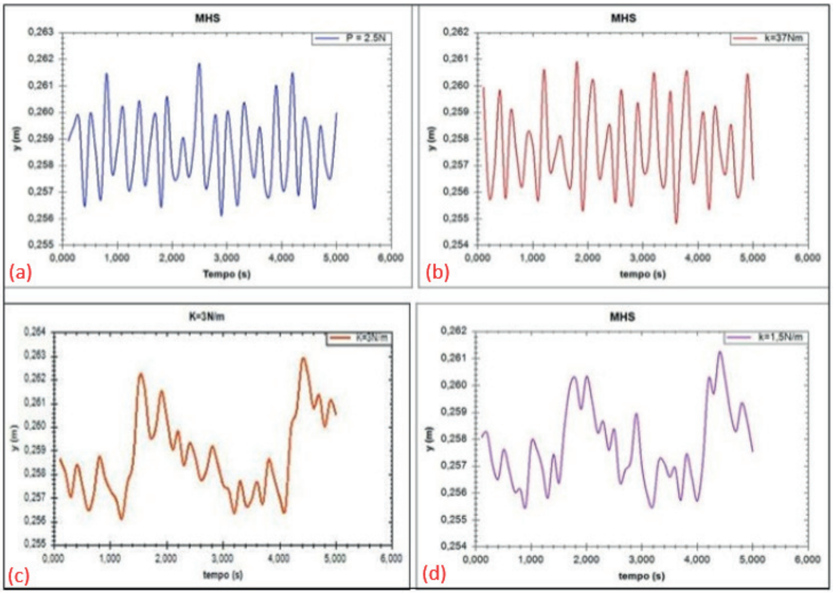


Figura 2: Deslocamento vertical da massa oscilante como função do tempo considerando diferentes valores de massa (m) e constante elástica da mola (a) *m* = 0,25kg e *k* = 16N/m; (b) *m* = 0,25kg e *k* = 37N/m; (c) *m* = 0,1kg e *k* = 3N/m; (d) *m* = 0,05kg e k = 1,5N/m.

Fonte: Arquivo pessoal

Na tabela abaixo é feito uma análise do movimento de cada sistema oscilante a partir da determinação da velocidade angular (ω), período (*T*) e frequência (*f*) da oscilação.

Execução	**m (kg)**	**K (N/m)**	**T (s)**	**f (Hz)**	ω **(rad/s)**
a	0,25	16	0,78539	1,27324	8
b	0,25	37	0,51629	1,93691	12,17
c	0,1	3	1,14657	0,87217	5,48
d	0,05	1,5	1,14657	0,87217	5,48

Tabela 1: Grandezas físicas referentes às quatro configurações de sistema massa-mola contidas na Figura 2.

O período (*T*), medido em segundos, é o tempo necessário para que o corpo realize uma oscilação completa. Grande parte das utilidades práticas do MHS está relacionado ao conhecimento de seu período, já que partindo dele é possível determinar outras grandezas. O período de oscilação dos sistema massa-mola é dado pela equação: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$..

A frequência (*f*) determina a quantidade de oscilações que o corpo realiza a cada segundo, inversamente ao período. Esta grandeza é determinada a partir da equação: $f = \frac{1}{T}$. Já a frequência angular (ω) corresponde à velocidade em que o ângulo de fase é percorrido, sendo este, a posição do corpo em oscilação. A frequência angular pode ser

encontrada através de duas equações, sendo elas: $\omega = \frac{2\pi}{T}$, e $\omega = \sqrt{\frac{m}{k}}$..

A partir da coleta dos dados de cada um dos quatro testes, dispostos na tabela 1, alguns aspectos puderam ser observados. Inicialmente, ao compararmos os testes 2(a) e 2(b), observa-se que foram utilizadas as mesmas quantidades de massa (*m*), variando apenas a constante elástica (*k*) das molas. Nestes resultados podemos verificar quanto maior a razão *m*/*k*, maior o período de oscilação e consequentemente menor a frequência. Analisando os testes 2(c) e 2(d), as massas e constantes elásticas foram alteradas proporcionalmente, isto é, a razão *m*/*k* foi mantida contante, sendo assim o período e frequência de oscilação permaneceram mesmos. Além disso, ao observar os gráficos, percebe-se certa semelhança entre os sistemas 2(a) e 2(b), que apresentam um padrão de oscilação contendo a amplitude de oscilação mais constante, quando comparados com as figuras 2(c) e 2(d). Isso se deve ao fato de que maiores constantes elásticas possibilitam a observação de um padrão oscilatório mais estável, sofrendo menores influências de fatores externos, como por exemplo o efeito da resistência do ar.

Experimento 2: Velocidade do som

Objetivo: determinar a velocidade do som através de um multicronômetro com tratamento e rolagem de dados. A montagem desse experimento ocorre mediante a presença dos seguintes itens dispostos conforme esquema apresentado na Figura 3:

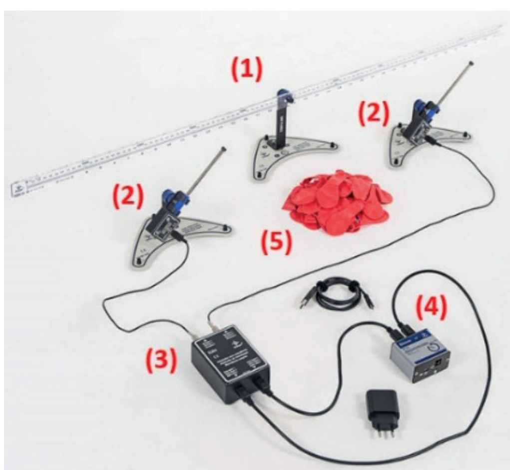


Figura 3: Montagem do experimento 2 (velocidade do som) - Elementos contidos no conjunto: (1) Régua transparente 0 a 1000 mm; (2) Sensores acústicos; (3) Acoplador para microfones e cabos; (4) Multicronômetro Bluetooth; (5) Balões. (Fonte: estúdios Cidepe Digital)

Como mostrado no esquema acima (Figura 3), a onda sonora emitida pelo estouro do balão e propagada no ar é captada pelos sensores acústicos (elemento 2) e transmitida pelo multicronômetro via bluetooth para o aplicativo “Cidepe Multi_

Cronometro". O aplicativo móvel possui diversas funções, dentre elas, a "F9 Velocidade do Som", na qual era necessário fornecer a distância entre os microfones. Ao receber os dados do intervalo de tempo de chegada do som em cada sensor, o aplicativo calcula a velocidade através equação $v = \frac{d}{t}$, onde (v) é velocidade, (d) distância e (t) tempo:

Balão	d (m)	t (s)	V (m/s)
1	0,2	0,0005769	346,68
2	0,4	0,0011594	345,00
3	0,6	0,0017454	343,76
4	0,8	0,0023634	338,50
5	1,0	0,0028914	345,85

Tabela 2: Grandezas físicas medidas e calculas a partir do experimento 2.

Sabe-se que o som é uma onda mecânica, sendo assim, sua propagação está condicionada à existência de um meio material, seja ele sólido, líquido ou gasoso. A energia da fonte sonora é transportada de um ponto ao outro por meio da vibração dos átomos em torno de um ponto de equilíbrio, sem a presença de deslocamento juntamente à onda.

Existe uma variedade de aspectos que podem influenciar na velocidade de propagação do som, bem como o tipo de meio. Nesse experimento, o meio de propagação foi o próprio ar e, sob pressão constante, quanto mais elevada for a temperatura, menor sua densidade, fazendo com que a onda se propague mais rapidamente. Quando o meio de propagação do som é o ar, e a temperatura do ambiente é em torno de 25 °C, a velocidade do som é de, aproximadamente, 344 m/s. Nesse caso, a velocidade média dos cincos testes é 343,96 m/s.

Experimento 3: Refração de uma onda bidimensional em superfície líquida

Objetivo: análise do fenômeno de refração de uma onda bidimensional em uma superfície líquida. Dessa forma, pretendeu-se verificar que uma onda ao passar de uma profundidade para outra se refrata obedecendo as Leis da Refração: 1ª – O raio incidente, o raio refratado e a normal ao espelho, no ponto de incidência, estão no mesmo plano; 2ª – Os senos dos ângulos, incidente (θ_A) e refratado (θ_B), são diretamente proporcionais às velocidades da onda nos respectivos meios, descritos pela Lei de Snell Descartes ($n_A \cdot sen\theta_A = n_B \cdot sen\theta_B$) e reconhecer que a refração nem sempre é acompanhada do desvio na trajetória da onda – caso a trajetória do raio incidente seja perpendicular à superfície separadora dos meios – mas, sempre gera variação na velocidade de propagação. Além disso, neste experimento é possível determinar o índice de refração relativo do meio líquido devido a variação da profundidade.

Este experimento é realizado a partir dos seguintes itens dispostos na Figura 4.

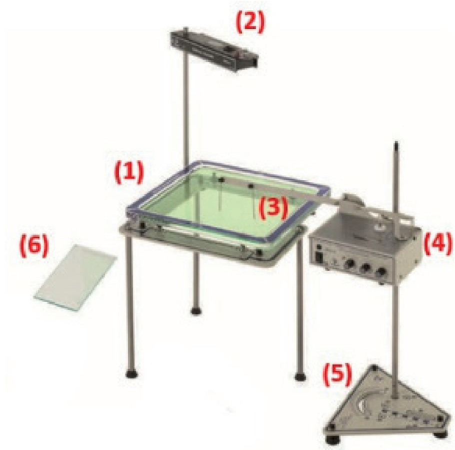


Figura 4: Montagem do experimento 3 (refração de uma onda bidimensional) - Elementos do conjunto: (1) Cuba de ondas; (2) Iluminador de luz fria e estroboflash; (3) Ponteira geratriz plana; (4) Gerador de abalos; (5) Conjunto suporte com tripé e haste; (6) Placa de vidro. (Fonte: estúdios Cidepe Digital)

Nessa disposição, a cuba de ondas é preenchida com água e a placa de vidro imersa no líquido. Em seguida, o gerador de abalos provoca ondas na água e é possível observar o fenômeno de refração de uma onda bidimensional que se dá, neste caso, na superfície líquida, quando a onda passa de meio de propagação para outro, ou seja, passa de uma região de maior profundidade para outra região de menor profundidade, sendo aquela ocupada pela placa de vidro, a de menor profundidade.

Nesse fenômeno, a frequência da onda não se altera, uma vez que ela depende apenas da fonte que gera as ondas. No entanto, a velocidade e comprimento de onda podem mudar. Isso pode ser representado através da equação fundamental da ondulatória: $v = \lambda \cdot f$, em que (*v*) representa a velocidade, (λ) o comprimento de onda e (*f*) a frequência. Uma vez que a frequência permanece a mesma, a velocidade e o comprimento de onda crescem ou decrescem de maneira diretamente proporcional.

O índice de refração (*n*) é uma relação entre a velocidade da luz no vácuo (*c*) e a velocidade da luz em determinado meio (*v*), descrito através da equação: $n = \frac{c}{v}$. O índice de refração relativo é dado pela razão entre os índices de refração de dois meios diferente (n_A/n_B). Para calcular o índice de refração relativo no experimento, primeiramente considerou-se que a frente de onda incidente é aquela que se propaga na região mais profunda (fora da região da placa de vidro), portanto meio A, e a frente de onda refratada aquela que se propaga na região mais rasa (sobre o vidro), portanto meio B. Tendo como referência uma reta traçada, determinou-se o ângulo entre a onda incidente do meio A e da onda refratada do meio B, denominados θ_A e θ_B.

Encontrou-se θ_A = 56° e θ_B = 50°, entretanto, os valores foram corrigidos devido ao fator de correção da imagem projetada (F_A = 0,55): = $\theta_A F_A$ = 30,08° e $\theta_B F_A$ = 27,5°.

Assim, calculou-se o seno dos dois ângulos: $sen\theta_A = 0,501$ e $sen\theta_B = 0,461$. A partir disso, utilizou-se a Lei de Snell, que associa os diferentes índices de refração dos meios com seus respectivos ângulos de incidência e de refração: $\frac{n_A}{n_B} = \frac{sen\,\theta_B}{sen\,\theta_A}$. Obteve-se então, por fim, o índice de refração relativo: $\frac{n_A}{n_B} = \frac{0,461}{0,501} \rightarrow \frac{n_A}{n_B} = 0,912$.

Contribuições para a prática pedagógica

As atividades práticas com discentes foram viabilizadas pela produção de roteiros de atividade, os quais demonstram o passo a passo da execução dos experimentos de maneira mais objetiva e clara em comparação aos manuais de usuário. Além disso, explicam os fenômenos a serem analisados, bem como quais grandezas são quantificadas através da aplicação das fórmulas.

O aperfeiçoamento da compreensão de física foi perceptível por meio dos resultados de uma pesquisa que buscou avaliar desde o interesse dos discentes, até o melhoramento de seu desempenho na disciplina. O apuramento em questão foi realizado através de um formulário em que os alunos relataram o impacto da experimentação em seu aprendizado, conforme a figura 5.

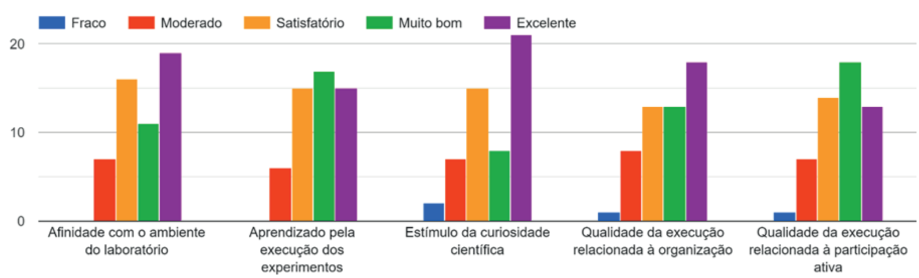


Figura 5: Gráfico das respostas fornecidas pelos alunos no formulário.

A pesquisa foi respondida por 50 alunos do segundo ano do ensino médio. Ao analisar o gráfico que quantifica o grau engajamento baseado em cinco aspectos das práticas experimentais. Observa-se que o estímulo da curiosidade científica se apresenta como fator mais bem avaliado pelos estudantes, como previsto. O aprendizado proporcionado pela execução dos experimentos também obteve uma avalição geral satisfatória. Ademais, as avaliações correspondentes à qualidade da execução relacionada tanto à organização como participação ativa, além da afinidade com o ambiente do laboratório, e juntamente com comentários, permitem identificar possíveis maneiras de melhorar a prática em conjunto.

CONCLUSÕES

Em suma, as principais contribuições da pesquisa estão relacionadas às aplicações da prática experimental, a qual proporcionou participação ativa no que compreendem as etapas do método científico, sendo possível através da mesma, a apuração de resultados previstos pelo conhecimento teórico. Nesse sentido, compreende-se o processo de produção do conhecimento científico. A investigação de fenômenos ondulatórios através de aparatos capazes de realizar a coleta de dados com maior precisão notabiliza-se ao proporcionar aprimoramento do processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, B. A.; MÁXIMO, A. R. **Física: Contexto & Aplicações: ensino médio.** 2. ed. São Paulo: Editora Scipione, 2016. Vol. 2.

CIDEPE. **CIDEPE – Centro industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa, 2022. Cidepe Digital.** Disponível em: https://www.cidepe.digital.com.br. Acesso em: 02 de setembro de 2023.

RAMALHO, F.; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. **Os Fundamentos da Física 2: Termologia, Óptica e Ondas.** 9. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2014. Vol. 2.

SANTOS, João Almeida; PARRA FILHO, Domingos. **Metodologia Científica.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning. 2017.

SCHWANKE, C., CARUSO F., BIANCONI M. L. **Instrumentação para o ensino de Ciência.** Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, vol. Único, 278p, 2008.

UMA VISÃO SOBRE AUTENTICIDADE DE MARCA E SUA RELAÇÃO COM A CONFIANÇA VERDE

Data de aceite: 02/10/2023

Claudia Rosa Acevedo Campanário

Emanuel Rocha Ponce

Rogério Martins Abdala Hortencio

Bruno Catão

RESUMO: O presente trabalho busca investigar se há relação positiva entre a percepção de autenticidade que o consumidor tem sobre uma marca e a confiança verde em seus produtos e, ou, serviços, além da mediação das variáveis de risco percebido e confusão verde do consumidor. Para verificação desse modelo, foi realizada pesquisa quantitativa descritiva do tipo survey, utilizando escalas já validadas por estudos anteriores. Na análise dos dados, foram empregadas técnicas estatísticas de análise fatorial e regressão linear múltipla. Como resultado, não foi possível comprovar o modelo proposto de relação entre autenticidade de marca e confiança verde.

PALAVRAS-CHAVE: Greenwashing, Confiança Verde, Risco Verde Percebido, Confusão Verde, Autenticidade de Marca.

ABSTRACT: The present work seeks to investigate whether there is a positive relationship between the perception of authenticity that the consumer has about a brand and the green trust in its products and/or services, in addition to the mediation of the variables of perceived risk and green consumer confusion. To verify this model, a descriptive quantitative survey was carried out, using scales already validated by previous studies. In the data analysis, statistical techniques of factor analysis and multiple linear regression were used. As a result, it was not possible to prove the proposed model of relationship between brand authenticity and green trust.

KEYWORDS: Greenwashing, Green Trust, Green Perceived Risk, Green Consumer Confusion, Brand Authenticity.

RESUMEN: El presente trabajo busca investigar si existe una relación positiva entre la percepción de autenticidad que tiene el consumidor sobre una marca y la confianza verde en sus productos y/o servicios, además de la mediación de las variables riesgo percibido y consumidor verde. confusión. Para verificar este modelo se realizó una encuesta cuantitativa descriptiva, utilizando escalas ya validadas

por estudios previos. En el análisis de los datos se utilizaron técnicas estadísticas de análisis factorial y regresión lineal múltiple. Como resultado, no fue posible probar el modelo propuesto de relación entre autenticidad de marca y confianza verde.
PALABRAS-CLAVE: Greenwashing, Green Trust, Green Perceived Risk, Green Consumer Confusion, Brand Authenticity.

INTRODUÇÃO

Empresas e organizações privadas vêm sofrendo forte pressão da sociedade para equilibrar seus interesses particulares - na maioria das vezes envolvendo lucro *versus* sua função social. Nesse contexto, discussões acerca de mudanças climáticas e preservação ambiental se tornam pautas relevantes nas estratégias empresariais e de desenvolvimento do negócio.

Leff (2012) insere a globalização como fator relevante no processo de conscientização ambiental, que incorre na discussão acerca própria sobrevivência humana:

> O princípio da sustentabilidade surge no contexto da globalização como a marca de um limite e o sinal que reorienta o processo civilizatório da humanidade. A crise ambiental veio questionar a racionalidade e os paradigmas teóricos que impulsionaram e legitimaram o crescimento econômico, negando a natureza. A sustentabilidade ecológica aparece assim como um critério normativo para a reconstrução da ordem econômica, como uma condição para a sobrevivência humana e um suporte para chegar a um desenvolvimento duradouro, questionando as próprias bases da produção (LEFF, 2012, p. 15).

Segundo Lopes, Silva, Bonduqui, Bonin e Kümpel (2008), a observância das questões socioambientais tornou-se fonte de vantagem competitiva para as organizações. De acordo com Chen e Chang (2013), os consumidores estão enviando fortes sinais ambientais por meio de seus comportamentos de compra e as empresas estão ansiosas para tirar proveito da tendência verde em favor de produtos e serviços ambientalmente e socialmente responsáveis.

No processo de tomada de decisão, consumidores podem sofrer influência de atributos declarados como ecológicos pelas marcas, em consonância com o aumento do consumo consciente pró-ambiental. Termos como “eco”, “ecológico”, “menos poluente” e “sustentável” estão ganhando espaço nas embalagens para vender ao consumidor a imagem de empresa ambientalmente correta (Chen & Chang, 2013). O uso dessa estratégia de vinculação da marca, produto ou serviço a uma imagem ecologicamente correta e sustentável é chamado de marketing verde e está cada vez mais presente no mercado. Apesar de ainda não poder assumir o papel principal de ferramenta de diferenciação competitiva, o marketing verde é avaliado como um dos principais instrumentos de ganho de visibilidade de uma marca (BANERJEE, 2012).

Todavia, tais estratégias de marketing verde, se não estiverem estruturadas de

forma honesta para serem assertivas no discurso organizacional e na prática observável, podem causar efeitos negativos na relação entre consumidor e marca. É necessário que a marca, produtos ou serviços proporcionem experiências "tangíveis" aos seus clientes no que diz respeito ao posicionamento ambiental e práticas empresariais (BLOMQVIST; POSNER, 2004).

Parguel, Benôit-Moreau e Larceneux (2011), definem *greenwashing* como o ato de enganar consumidores em relação às práticas ou benefícios ambientais das práticas organizacionais. O *greenwashing* também é muito praticado por omissão quando empresas oferecem uma visão parcial da sua cadeia produtiva, escondendo o fato de a maior parte de suas ações serem prejudiciais ao meio ambiente (Lyon; Maxwell, 2011).

O *greenwashing* pode ocorrer de diferentes formas: em estratégias de relações públicas e marketing para posicionamento por meio de atributos manipulados e/ou, em campanhas publicitárias da marca, abrangendo a estética visual do produto ou serviço; e no ecossistema de interação à qual o consumidor é exposto, como embalagens, *visual merchandising* e produções audiovisuais.

Reivindicar ações social e ambientalmente responsáveis é um caminho para agregar valor à marca enriquecendo seu *brand equity*, permitindo-lhe uma posição de maior prestígio no mercado e nas mentes dos consumidores, trazendo maiores receitas através das associações ecológicas (Chen, 2010).

Ocorre que boa parte dessas reivindicações carrega falsidades, o que mina a confiança do consumidor em empresas que afirmam serem ecologicamente corretas, refletindo negativamente no valor percebido destas, posto que os consumidores perdem a confiança em suas mensagens corporativas e, sem esta confiança, sofrem da chamada Confusão Verde e vêem-se incapazes de decidir suas compras verdes (Chen;Chang, 2012).

A confusão do consumidor acontece quando este se encontra num ambiente com excesso de informações, dificultando a tomada de decisão (Langer et al., 2008). De acord com Chen e Chang (2013), o *greenwashing* causa a sobrecarga dos processos cognitivos do consumidor com um excesso de informações, muitas vezes conflitantes ou enganosas (Newell et al., 1998), sobre os produtos e processos supostamente ecologicamente corretos oferecidos por uma marca, causando a Confusão Verde do Consumidor.

O uso excessivo de *buzzwords* vagas e inconsistentes aliado ao aumento constante de rótulos ecológicos (Langer et al., 2008) também contribuem para o aumento da confusão verde e para a desconfiança do consumidor, ameaçando a indústria como um todo.

Risco percebido pode ser definido como a percepção do consumidor sobre as possíveis consequências negativas de uma decisão errada. Com o crescimento da parcela dos consumidores que dá importância aos efeitos ambientais de suas escolhas, o *greenwashing* aumenta o risco verde percebido por eles, diminuindo a Confiança Verde (Chen; Chang, 2012).

Rotter (1971) define confiança como "a extensão da expectativa mantida por uma

parte que pode contar com a palavra, promessa ou declaração de outra parte". A confiança verde é definida como "uma vontade de depender de um produto ou serviço com base na crença ou expectativa resultante de sua credibilidade, benevolência e capacidade de desempenho ambiental" (Chen, 2010), maximizando o valor das transações e aumentando a possibilidade de compra.

Expectativas positivas das intenções ou comportamentos da outra parte levariam à confiança, que se relaciona com a intenção de assumir a vulnerabilidade (Rousseau et al., 1998), neste caso, a decisão da compra, que é prejudicada pelas dúvidas levantadas pelo *greenwashing* (Self et al., 2010).

A autenticidade é uma aspiração humana essencial, tornando-se uma questão-chave no marketing contemporâneo e um fator importante para o sucesso da marca, posto que consumidores muitas vezes buscam aliviar incertezas durante seu processo de compras (BRUHN et al., 2012). A escala de Bruhn, utilizada neste estudo, testa a força da autenticidade de marca percebida por consumidores, dividindo-a em continuidade, originalidade, confiabilidade e naturalidade.

Apesar da dificuldade de se definir autenticidade em pesquisa de marketing devido à variedade de associações e denotações apontadas por diferentes pesquisadores (Leigh, Peters e Shelton, 2006; Bruhn,2012), as seguintes conclusões podem ser tiradas para o contexto específico da autenticidade da marca: (1) Autenticidade no contexto das marcas trata da autenticidade das ofertas de mercado (objetos e serviços) em contraste com a autenticidade dos seres humanos; (2) A autenticidade da marca é baseada nas avaliações de indivíduos, ao invés de ser apenas relacionada aos atributos inerentes da marca (Beverland e Farrelly 2010); (3) A autenticidade da marca corresponde a uma variedade de atributos, uma vez que não existe uma definição única do conceito de autenticidade, principalmente no contexto da marca.

A autenticidade e engajamento com a marca têm significados diferentes, este último é definido como "a relevância percebida de uma pessoa do objeto [marca] com base nas necessidades, valores e interesses inerentes" (Zaichkowsky, 1985). Em contraste com esta definição, a autenticidade da marca não envolve um aspecto motivacional. Os consumidores podem perceber que uma marca é autêntica sem serem motivados a possuí-la ou vinculá-la a si mesmos de qualquer forma.

A autenticidade da marca também não é idêntica à imagem da marca, mas um aspecto e parte desta. A imagem da marca consiste nas imagens mentais dos consumidores de uma marca que estão ligadas a uma oferta (Dobni e Zinkhan 1990) e, portanto, a um conjunto de percepções dos consumidores sobre a marca, nomeadamente associações de marca (Dobni e Zinkhan 1990; Keller, 1993). Isso implica que a autenticidade da marca pode ser considerada como uma associação de marca específica (com conotação positiva) de consumidores e, portanto, pode-se presumir que uma marca altamente autêntica tem um efeito positivo na imagem geral de uma marca (Bruhn, 2012).

Esta pesquisa tem como foco estudar a possível relação existente entre os construtos autenticidade de marca e confiança verde, bem como investigar os efeitos de mediação da confusão verde do consumidor e o risco verde percebido na relação entre autenticidade e confiança verde. Por fim, propõe-se a discussão de um meio eficaz para organizações superarem os efeitos negativos do *greenwashing* a partir de um posicionamento autêntico e legítimo em relação aos seus atributos ambientais, estabelecendo assim uma imagem de marca perceptível como confiável e possibilitando a diferenciação no processo de tomada de decisão do consumidor.

METODOLOGIA

HIPÓTESES

Chen e Chang (2013) demonstram que o *greenwashing* influencia negativamente a confiança verde e é positivamente associado à confusão verde do consumidor e à percepção do risco verde, sendo que essas variáveis possuem efeitos de mediação do processo e que afetam negativamente a confiança verde.

A partir da revisão literária, os autores definem abaixo cinco hipóteses que compõe o modelo a ser testado:

Hipótese 1 (H1): Autenticidade de marca está positivamente associada à Confiança Verde do Consumidor.

Hipótese 2 (H2): Autenticidade de marca está negativamente associada à Confusão Verde do Consumidor.

Hipótese 3 (H3): A Confusão Verde do Consumidor, mediada pela autenticidade, está positivamente associado a Confiança Verde.

Hipótese 4 (H4): Autenticidade está negativamente associada ao Risco Verde Percebido.

Hipótese 5 (H5): O Risco Verde Percebido, mediado pela autenticidade, está positivamente associado a Confiança Verde.

No modelo proposto por este estudo, consideramos a autenticidade de marca como variável preditora e a confiança verde como variável de desfecho, enquanto a confusão verde do consumidor e a percepção verde de risco são variáveis mediadoras na relação. A Figura 1 demonstra visualmente esse diagrama de caminhos.

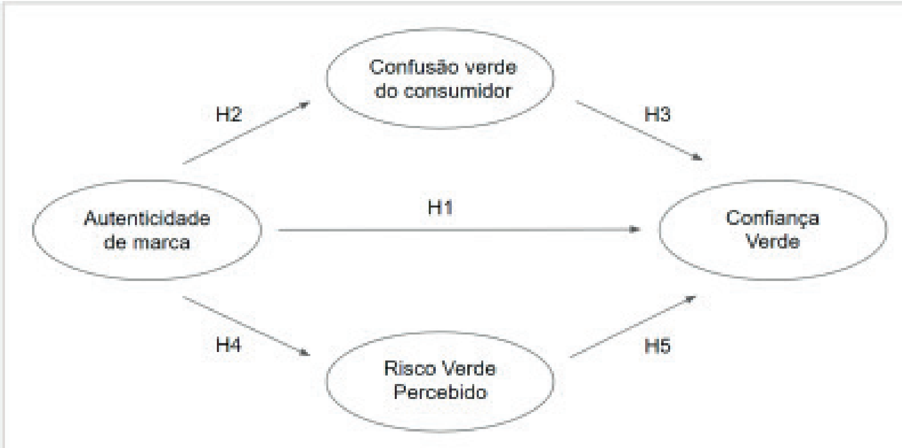


Figura 1: Diagrama de Caminhos.

Fonte: elaborado pelos autores.

MÉTODO

Para verificação das hipóteses e cumprimento dos objetivos deste trabalho, foi realizada uma pesquisa de abordagem quantitativa descritiva transversal única, constituída por quatro escalas já validadas por estudos anteriores a respeito dos construtos indicados na figura 1.

Foi aplicado um questionário do tipo *survey* para verificar as hipóteses desenvolvidas, sendo que este foi composto 5 questões demográficas de resposta única e 31 questões em escala Likert de cinco pontos, variando de “concordo totalmente” a “discordo totalmente”, para medição do grau de concordância para com as afirmações referentes aos construtos de autenticidade de marca, confiança verde, confusão verde e risco verde percebido.

Para os construtos de confiança verde, confusão verde do consumidor e risco verde percebido, utilizou-se escalas já validadas apresentadas em estudo anterior realizado por Chen e Chang (2013), que contam com 5 questões para o construto Confiança Verde, 6 questões para Confusão Verde do Consumidor e 5 questões para Risco Verde Percebido. Na Tabela 1 é possível observar os itens do questionário de acordo com cada escala, devidamente traduzidos.

Construto	Itens da escala
Confiança Verde	(1) Você sente que a reputação ambiental deste produto é geralmente confiável.
	(2) Você sente que o desempenho ambiental deste produto é geralmente confiável.
	(3) Você sente que as declarações ambientais deste produto são geralmente confiáveis.
	(4) A preocupação ambiental deste produto atende às suas expectativas.
	(5) Este produto cumpre promessas e compromissos de proteção ambiental.
Confusão Verde do Consumidor	(1) É difícil reconhecer as diferenças entre este produto e outros produtos no que diz respeito às características ambientais.
	(2) Há tantos produtos que você pode comprar que você fica realmente confuso com relação às características ambientais ao comprar este produto.
	(3) Existem tantos produtos que é difícil decidir qual deles você deve escolher com relação às características ambientais ao comprar este produto.
	(4) Ao adquirir este produto, você raramente se sente suficientemente informado com relação às características ambientais.
	(5) Ao comprar este produto, você se sente inseguro sobre suas características ambientais.
	(6) Devido à grande semelhança de muitos produtos com relação às características ambientais, muitas vezes é difícil discernir este produto.
Risco Verde Percebido	(1) Há uma chance de que haja algo errado com o desempenho ambiental deste produto.
	(2) Existe uma chance de que este produto não funcione corretamente em relação às suas características ambientais.
	(3) Há uma chance de você obter penalidade ambiental ou perda se usar este produto.
	(4) Existe uma chance de que o uso deste produto afete negativamente o meio ambiente.
	(5) Usar este produto prejudicaria sua reputação ou imagem ecológica.

Tabela 1: Escalas de Mensuração de Confiança Verde, Confusão Verde do Consumidor e Risco Verde Percebido, de Chen e Chang (2013).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o construto de autenticidade, a escala de Bruhn, composta por quatro dimensões: continuidade (04 itens), originalidade (04 itens), confiabilidade (04 itens) e naturalidade (03 itens) é razoável em relação à sua extensão e, portanto, fácil de implementar. A pesquisa foi implementada em países de língua alemã e isto implica que seria necessário validar a escala em países diferentes para analisar comportamentos distintos. A validação de uma escala em dois países distintos representa dimensões e valores que podem variar vastamente entre culturas e países (BRUHN et al., 2012).

Escala	Itens da escala
Continuidade	(1) Eu acho que a marca é consistente ao longo do tempo.
	(2) Eu acho que a marca permanece fiel a si mesma.
	(3) A marca oferece continuidade.
	(4) A marca tem um conceito claro e consistente.
Originalidade	(5) A marca é diferente de todas as outras marcas.
	(6) A marca se destaca de outras marcas.
	(7) Eu acho que a marca é única.
	(8) A marca distingue-se claramente de outras marcas.
Confiabilidade	(9) Minha experiência com a marca mostrou-me que ela cumpre as promessas com o consumidor.
	(10) A marca cumpre o que promete.
	(11) É possível acreditar nas promessas da marca.
	(12) A marca faz promessas confiáveis.
Naturalidade	(13) A marca não parece artificial.
	(14) A marca dá a impressão de ser verdadeira.
	(15) A marca dá a impressão de ser natural.

Tabela 2: Escala de Mensuração de autenticidade de Bruhn et al. (2012)

Fonte: Elaborado pelos autores.

É válido ressaltar que, visto que os itens das escalas são diretamente associados à uma percepção única de produto, serviço ou marca, foi incluído na pesquisa uma breve explicação introdutória solicitando que os respondentes tenham em mente ao responder todo o questionário um único produto que adquiriram nos últimos 6 meses que tivesse atributos ou reivindicações de sustentabilidade ambiental. Para facilitar a compreensão dos respondentes, foi dada uma breve explicação do conceito envolvendo sustentabilidade ambiental e exemplos de aplicação prática, conforme revisão literária.

A coleta de dados ocorreu integralmente de forma online, por meio da plataforma do *Google Forms*. A pesquisa foi divulgada em redes sociais e círculos acadêmicos, além de grupos e fóruns relacionados à temática ambiental e de sustentabilidade ecológica na rede social *Facebook*. O questionário esteve disponível para resposta entre 22 de outubro de 2021 e 11 de novembro de 2021.

AMOSTRA

Neste estudo, a amostra obtida foi não probabilística por conveniência, visto que não houve uma seleção de respondentes por técnicas de escolha aleatória.

No total, foram coletadas 179 respostas válidas únicas do questionário, sendo essa

a composição da amostra que o presente trabalho utilizará para análise dos resultados e teste das hipóteses.

A faixa etária dominante entre os respondentes foi de 25 a 34 anos (44,1%), seguida de 18 a 24 anos (40,8%), com 54,2% se identificando com o gênero masculino e 45,8% como feminino. A maior parte (60,3%) tem ensino superior completo ou em progresso, seguida de 22,9% apenas com ensino médio completo. Dentre os respondentes, 63,1% trabalha em tempo integral, enquanto 11,7% se declararam apenas como estudantes, com proporções semelhantes de trabalhadores em meio-período, autônomos e desempregados. A maior parte (51,4%) declarou renda familiar entre R$2.000 e R$5.000, seguida por 42,5% com renda declarada igual ou superior a R$5.000.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção, detalharemos as análises demográficas acerca dos respondentes da amostra e as estatísticas utilizadas para atingir os objetivos propostos por este trabalho, sendo elas: Análise Fatorial e a Regressão Linear Múltipla.

Para limpeza do banco de dados, foi utilizada a base codificada oriunda do questionário aplicado online, adotando apenas a mudança de codificação das perguntas como nome das variáveis, para facilitar a análise estatística. Portanto, "marca_nao_artificial", por exemplo, virou "AUT13".

Por fim, nas seções 3.2 e 3.3, referentes a Analise Fatorial e Regressão Linear Múltipla, manteve-se na base de dados apenas as perguntas necessárias para a análise estatística, excluindo as perguntas de caráter demográfico.

As análises deste estudo foram realizadas por meio do programa SPSS, que é uma plataforma de software estatístico da IBM comumente utilizado nas ciências sociais.

ANÁLISE FATORIAL

Antes das Regressões lineares, faz-se necessária a realização de Análises Fatoriais exploratórias e confirmatórias, a fim de comprovar que os instrumentos utilizados são adequados. Consequentemente, isso vai condensar as informações em um número menor de dimensões de fatores. Segundo Hair et al (2005), a principal função das técnicas de análise fatorial é reduzir um conjunto de variáveis observadas a número menor de fatores. Esses fatores apresentam as dimensões (construtos) que resumem um conjunto de dados observados.

De acordo com Corrar et al (2011), a literatura dispõe de duas vertentes da análise fatorial: a análise fatorial exploratória e a análise fatorial confirmatória. A análise fatorial exploratória (AFE), busca identificar uma estrutura subjacente de uma matriz de dados e determina o número de variáveis latentes. A análise fatorial confirmatória é empregada para testar hipóteses, ou seja, verificar se um modelo fatorial pré-especificado (modelo

hipotetizado a priori), é aplicável ou coerente com os dados amostrais de que se dispõe (MINGOTI, 2007).

As escalas utilizadas neste trabalho para explicar seus respectivos construtos são originadas de estudos anteriores realizados em diferentes países e com idiomas diferentes da língua portuguesa, conforme já mencionado, por isso também se faz necessária a confirmação de tais escalas por meio de análise fatorial, eliminando qualquer incerteza quanto a tradução e interpretações culturais em decorrência da nacionalidade.

Análise Fatorial: Autenticidade

Para medir autenticidade, foi considerada a escala de Bruhn et al (2012), em que o construto é multifatorial composto por: continuidade, originalidade, confiabilidade e naturalidade. Foi utilizada a rotação ortogonal varimax, que pressupõe a independência dos fatores, e com o método de componentes principais.

Na primeira etapa da AFE (análise fatorial exploratória), verificou-se a tabela de comunalidades, em que todos os itens computaram ao menos 0,5. Em seguida, é importante observar que o teste de Kaiser-Meyer-Olkin é de 0,853, mostrando que a amostra coletada é adequada para a AFE. Os resultados podem ser observados na tabela x abaixo:

	Inicial	Extração
AUT1	1,000	,659
AUT2	1,000	,808
AUT3	1,000	,668
AUT4	1,000	,659
AUT5	1,000	,718
AUT7	1,000	,750
AUT8	1,000	,760
AUT9	1,000	,773
AUT10	1,000	,804
AUT11	1,000	,789
AUT12	1,000	,820
AUT15	1,000	,718

Tabela 3 : Comunalidades:

Método de Extração: Análise de Componente Principal.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,812
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	1579,506
	gl	66
	Sig.	,000

Tabela 4: Teste de KMO e Bartlett.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao observar a tabela de matriz de componente rotativa, realizou-se a retirada de itens considerando os que computavam em mais de um fator, na seguinte ordem: AUT13, AUT14 e AUT6. Como resultado dessa análise, com comunalidades > 0,5 e KMO de ,812, obteve-se uma escala de 3 fatores, conforme visto na tabela abaixo:

	Componente		
	Confiabilidade	Continuidade	Originalidade
AUT12	,859		
AUT10	,846		
AUT11	,834		
AUT9	,749		
AUT15	,684		
AUT2		,861	
AUT3		,736	
AUT4		,729	
AUT1		,710	
AUT7			,810
AUT8			,799
AUT5			,783

Tabela 5: Matriz de componente rotativaa.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Análise Fatorial Confirmatória, obteve-se um alfa de Cronbach de 0,908.

Análise Fatorial: Confusão Verde do Consumidor

Para medir Green Confusion Consumer, foi considerada uma escala unifatorial, conforme prevê a teoria. Foi utilizada a rotação ortogonal varimax, que pressupõe a independência dos fatores, e com o método de componentes principais.

Na primeira etapa da AFE (análise fatorial exploratória), verificou-se a tabela de

comunalidades, onde houve a remoção do item GCC5 por ser abaixo de 0,5. Em seguida, é importante observar que o teste de Kaiser-Meyer-Olkin é de 0,877, mostrando que a amostra coletada é adequada para a AFE.

Ao observar a tabela de matriz de componente, todos os itens demonstraram carga adequada, portanto, a escala composta de: GCC2, GCC3, GCC4, GCC6 e GCC1. Na Análise Fatorial Confirmatória, obteve-se um alfa de Cronbach de 0,899.

	Inicial	Extração
GCC1	1,000	,656
GCC2	1,000	,754
GCC3	1,000	,732
GCC4	1,000	,721
GCC5	1,000	,711

Tabela 6: Comunalidades:

Método de Extração: Análise de Componente Principal.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,714
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	392,787
	gl	10
	Sig.	,000

Tabela 9: Teste de KMO e Bartlett.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Análise Fatorial: Risco Verde Percebido

Para medir Green Perceived Risk, foi considerada uma escala unifatorial, conforme prevê a teoria. Foi utilizada a rotação ortogonal varimax, que pressupõe a independência dos fatores, e com o método de componentes principais.

Na primeira etapa da AFE (análise fatorial exploratória), verificou-se a tabela de comunalidades, em que todos os itens estão acima de 0,5. Em seguida, é importante observar que o teste de Kaiser-Meyer-Olkin é de 0,714, mostrando que a amostra coletada é adequada para a AFE.

Ao observar a tabela de matriz de componente, todos os itens demonstraram carga adequada, sendo portanto a escala composta de: GPR2, GPR3, GPR1, GPR5 e GPR4. Na Análise Fatorial Confirmatória, obteve-se um alfa de Cronbach de 0,836.

	Inicial	Extração
GPR1	1,000	,593
GPR2	1,000	,684
GPR3	1,000	,643
GPR4	1,000	,531
GPR5	1,000	,580

Tabela 8: Comunalidades: Método de Extração: Análise de Componente Principal.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Análise Fatorial: Confiança Verde

Para medir Green Trust, foi considerada uma escala unifatorial, conforme prevê a teoria. Foi utilizada a rotação ortogonal varimax, que pressupõe a independência dos fatores, e com o método de componentes principais.

Na primeira etapa da AFE (análise fatorial exploratória), verificou-se a tabela de comunalidades, em que todos os itens estão acima de 0,5. Em seguida, é importante observar que o teste de Kaiser-Meyer-Olkin é de 0,859, mostrando que a amostra coletada é adequada para a AFE.

Ao observar a tabela de matriz de componente, todos os itens demonstraram carga adequada, sendo, a escala composta de: GT3, GT2, GT1, GT5 e GT4. Na Análise Fatorial Confirmatória, obteve-se um alfa de Cronbach de 0,903.

	Inicial	Extração
GT1	1,000	,715
GT2	1,000	,739
GT3	1,000	,823
GT4	1,000	,649
GT5	1,000	,687

Tabela 10: Comunalidades: Método de Extração: Análise de Componente Principal.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,859
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	552,452
	gl	10
	Sig.	,000

Tabela 11: Teste de KMO e Bartlettl.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Regressão Linear

Tabela 11: Teste de KMO e Bartlett

Hipótese 2: Autenticidade -> Green Confusion Consumer

Foi observado um valor de R^2 de 0,069 e, portanto, não é possível afirmar que autenticidade é um fator que prevê o green confusion consumer.

Hipótese 4: Autenticidade -> Green Perceived Risk

Foi observado um valor de R^2 de 0,029 e, portanto, não é possível afirmar que autenticidade é um fator que prevê o green perceived risk.

Hipótese 1, hipótese 2 e hipótese 3: Fatores preditivos do Green Trust

Foi observado um valor de R^2 de 0,431 e, portanto, não é possível afirmar que autenticidade, green confusion consumer e green perceived risk são fatores que ajudam a prever o green trust.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONCLUSÕES

São poucos os estudos nacionais e internacionais sobre Autenticidade e Confiança Verde correlacionadas. Uma vez que o marketing verde se tornou uma estratégia eficaz de diferenciação, houve adesão em massa de empresas, que muitas vezes agem de forma enganosa sobre suas virtudes ambientais, dificultando o caminho para a real sustentabilidade (Chen, 2012). Jain e Kaur (2004) afirmam que as empresas deveriam revelar mais informações sobre seus produtos, não apenas as tidas como “verdes”, pois assim fomentariam uma confiança maior entre os consumidores.

Inicialmente foram propostas cinco hipóteses que serviram como base para o estudo em questão. Com o objetivo de apresentar os resultados obtidos, as hipóteses serão revistas a seguir:

H1 - Autenticidade está positivamente associada à Confiança Verde do Consumidor. H2 - Autenticidade está negativamente associada à Confusão Verde do Consumidor. H3 - Confusão Verde do Consumidor, mediado pela autenticidade, está positivamente associado a Confiança Verde. H4 - Autenticidade está negativamente associada à Risco Percebido Verde. H5 - Risco Percebido Verde, mediado pela autenticidade, está positivamente associado a Confiança Verde.

O estudo proposto tinha como objetivo analisar a possível existência da relação positiva entre a percepção de autenticidade que o consumidor tem sobre uma marca e confiança verde em seus produtos. Para tnato, foi usado o construto de autenticidade (15 itens); Confiança Verde do Consumidor (5 itens); Confusão verde do consumidor (6 itens);

e por fim Risco Percebido Verde (5 itens).

Os resultados mostram que apesar dos instrumentos de pesquisa se revelarem adequados por meio dos testes realizados, as hipóteses não puderam ser confirmadas. Por meio da regressão linear múltipla percebe-se que a correlação entre os construtos propostos não se mostrou positiva o suficiente para ser considerada de grande relevância.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A escolha pelo questionário eletrônico não foi das mais persuasivas, necessitando insistência para se conseguir as 178 respostas alcançadas. Também vale apontar as divergências culturais entre o Brasil e os países da pesquisa original.

Além disso, a análise estatística realizada para investigação do estudo não foi a mais apropriada, visto que no modelo proposto havia mediação de dois outros construtos (Risco Percebido Verde; Confusão Verde do Consumidor) e a técnica utilizada foi de Regressão Linear Múltipla que é recomendada apenas para modelos que são baseados em uma variável dependente e as demais variáveis independentes, ou seja, modelos que consideram apenas um caminho de correlação. O modelo mais apropriado para análise do esquema proposto neste estudo é o de Equação de Modelo Estrutural.

SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Estudos futuros poderão verificar com mais precisão a correlação entre Autenticidade e Confiança Verde, mediados por Risco Percebido Verde e Confusão Verde do consumidor, a partir de um modelo estatístico mais robusto em razão do modelo proposto neste trabalho ser complexo em demasia para ser estudado à luz da regressão linear. Recomenda-se também a validação das escalas já adaptadas para a cultura brasileira, em português, para que se tenha certeza de que os itens foram entendidos com clareza pelos respondentes.

Ademais, sugere-se a replicação do estudo em outros países para que novas perguntas possam ser respondidas em diferentes contextos. Este estudo buscou o aprofundamento do conhecimento em relação às marcas e a autenticidade percebida do consumidor em relação a elas, que certamente possibilitam novas estratégias de marketing.

REFERÊNCIAS

BANERJEE, Subhabrata. et al. **Green advertising: salvation or oxymoron?**. Journal of Advertising, vol. 24, p. 7-19, 1995.

BEVERLAND, MICHAEL B., FRANCIS J. FARRELLY, (2010), **The Quest for Authenticity in Consumption: Consumers' Purposive Choice of Authentic Cues to Shape Experienced Outcomes**, Journal of Consumer Research, 36 (5), 838–56.

BLOMQVIST, K.H; POSNER, S. **Three strategies for integrating CSR with brand marketing**. Market Leader, 2004.

BROWN, STEPHEN, ROBERT V. KOZINETS, AND JOHN F. SHERRY JR. (2003), **Teaching Old Brands New Tricks: Retro Branding and the Revival of Brand Meaning,** Journal of Marketing, 67 (3), 19–33.

BRUHN, M.; SCHOENMULLER, V.; SCHAFER, D.; HEINRICH, D. **Brand Authenticity: Towards a Deeper Understanding of Its Conceptualization and Measurement**. Advances in Consumer Research, v. 40, 2012.

CAPPANNELLI, George; CAPPANNELLI, Sedena C. **Authenticity: Simple strategies for greater meaning and purpose at work and at home**. Emmis Books, 2004.

CARDOSO, T., ALARCÃO, I.; CELORICO, J. **Revisão da literatura e sistematização do conhecimento**. Porto: Porto Editora, 2010.

CHEN, Yu-Shan. **The drivers of green brand equity: Green brand image, green satisfaction, and green trust**. Journal of Business Ethics, v. 93, n. 2, p. 307–319, Maio, 2010.

CHEN, Yu-Shan; CHANG, Ching-Hsun. **Greenwash and green trust**: **The mediation effects of green consumer confusion and green perceived risk**. Journal of Business Ethics, v. 114, n. 3, p. 489-500, 2013.

CHEN, Yu-Shan; CHANG, Ching-Hsun. **Towards green trust: The influences of green perceived quality, green perceived risk, and green satisfaction**. Management Decision, Vol. 51, N. 1, p. 63-82, 2013.

CHERRY, M. A.; SNEIRSON, J.F. **Beyond profit**: **Rethinking corporate social responsibility and greenwashing after the BP oil disaster**. Tulane Law Review, vol. 85, p. 983–1038, 1999.

CHAUDHURI, A. **Consumption emotion and perceived risk: a macro-analytic approach.** Journal of Business Research, Vol. 39 N. 1, p. 81-92, 1997.

COSTA, F. J. **Mensuração e desenvolvimento de escalas: aplicações em administração. Rio de Janeiro.** Ciência Moderna, 2011.

DOBNI, DAWN AND GEORGE M. ZINKHAN (1990), **In Search of Brand Image: A Foundation Analysis**, in Advances in Consumer Research, Vol. 17, eds. Marvin E. Goldberg, Gerald Gorn, and Richard W. Pollay, Provo, UT: Association for Consumer Research, 110–9.

GANESAN, S. **Determinants of Long-Term Orientation in Buyer-Seller Relationships**. Journal of Marketing, vol. 58, n. 2, p. 1–19, 1994.

HART, P.; SAUNDERS, C. **Power and trust: Critical factors in the adoption and use of electronic data interchange**. Organizational Science, vol. 8, p. 23–42, 1997.

HAIR, J. et al. **Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

JACOBY, J.; KAPLAN, L. B. **The components of perceived risk**. In: Annual Conference of the Association for Consumer Research, n. 13, 1972, Iowa City. Proceedings of the Third Annual Conference of the Association for Consumer Research. Iowa City: M. Venkatesan, Association for Consumer Research, 1972. P. 382-393.

JAIN, Sanjay K.; KAUR, Gurmeet. Green marketing: An attitudinal and behavioural analysis of Indian consumers. **Global Business Review**, v. 5, n. 2, p. 187-205, 2004.

KELLER, Kevin Lane. Conceptualizing, measuring, and managing customer-based brand equity. **Journal of marketing**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1993.

LANGER, A.; EISEND, M.; KUB, A. **The impact of eco-labels on consumers: Less information, more confusion?** European Advances in Consumer Research, vol. 8, p. 338–339, 2008.

LEFF, Henrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 9. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2012.

LEIGH, THOMAS W., CARA PETERS, AND JEREMY SHELTON (2006), **The Consumer Quest for Authenticity: The Multiplicity of Meanings Within the MG Subculture of Consumption**, Journal of the Academy of Marketing Science, 34 (4), 481–93

LOPES, J.C.J.; SILVA, A.E.F.; BONDUQUI, C.C.; BONIN, G.; KUMPEL, L. **A contribuição do marketing socioambiental nas organizações**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v.1, n.2, p. 241-256, maio/ago, 2008.

LYON, T. P.; MAXWELL, J. W. **Greenwash: Corporate environmental disclosure under threat of audit**. Journal of Economics & Management Strategy, vol. 20, n1, p. 3–41, 2011.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing: Uma orientação aplicada**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MINGOTI, S. A. (2007). **Análise de dados através de métodos estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. In *Análise de dados através de métodos estatística multivariada: uma abordagem aplicada* (pp. 295-295).

MITCHELL, V. W.; WALSH, G.; YAMIN, M. **Towards a conceptual model of consumer confusion**. Advances in Consumer Research, vol. 32, n.1, p.143–150, 2005.

NAPOLI, J.; Dickinson, S. J.; BEVERLAND, M. B.; FARRELLY, F. **Measuring consumer-based brand authenticity**. Journal of Business Research, vol. 67, n. 6, p. 1090-1098, 2013.

NEWELL, S. J.; GOLDSMITH, R. E.; BANZHAF, E. J. **The effect of misleading environmental claims on consumer perceptions of advertisements**. Journal of Marketing Theory and Practice, vol. 6, n. 2, p. 48–60, 1998.

PARGUEL, B.; BENÔIT-MOREAU, F.; LARCENEUX, F. **How sustainability ratings might deter 'greenwashing': A closer look at ethical corporate communication**. Journal of Business Ethics, vol. 102, n. 1, p. 15–28, 2011.

PINE, B. Joseph; GILMORE, James H. **Authenticity: What consumers really want**. Boston: Harvard Business School Press, 2007.

ROTTER, Julian B. Generalized expectancies for interpersonal trust. **American psychologist**, v. 26, n. 5, p. 443, 1971.

SELF, R. M.; SELF, D. R.; BELL-HAYNES, J. **Marketing tourism in the Galapagos Islands: Ecotourism or greenwashing?** International Business & Economics Research Journal, vol. 9, n. 6, p. 111–125, 2010.

TURNBULL, P. W.; LEEK, S.; YING, G. **Customer confusion: The mobile phone market**. Journal of Marketing Management, vol.16, p.143–163, 2000.

ROUSSEAU, D.M.; SITKIN, S.B.; BURT, R.S.; CAMERER, C. **Not so different after all: a cross-discipline view of trust.** Academy of Management Review, vol. 23 n. 3, p. 393-404, 1998.

ZAICHKOWSKY, JUDITH L. (1985), **Measuring the Involvement Construct**, Journal of Consumer Research, 12 (3), 341–52.

ERNANE ROSA MARTINS: Pós-Doutorado em E-learning pela Universidade Fernando Pessoa (UFP). Doutor em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa (UFP), em Porto/ Portugal, reconhecido como equivalente ao curso de Doutorado em Ciência da Informação, da UnB. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela UCG, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação, Graduação em Ciência da Computação e Graduação em Sistemas de Informação. Professor de Informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia) ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador líder do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE), certificado pelo IFG no CNPq.

https://orcid.org/0000-0002-1543-1108.

https://ernanemartins.wordpress.com/

A

B

C

D

E

F

G

I

INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO 3

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2023

INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO 3

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2023